


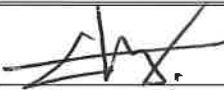
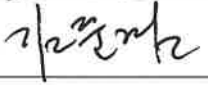
| | | |
|---|-------------------------------|-------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 1/141 |

제 목 : HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 시방서




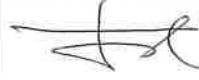
개정 이력


| 개정번호 | 개정일자 | 개 정 사 유 |
|------|--------------|---------|
| 0 | 2025. 01. 23 | 최초발행 |

관련부서 검토

| 소속/직책 | 성 명 | 서 명 | 일 자 |
|---------------|-------|--|------------|
| 극저온장치기술그룹/그룹장 | 장 용 복 |  | '25. 1. 23 |
| 품질경영실/실장 | 김 준 겹 |  | '25. 1. 23 |
| | | | |
| | | | |


작성, 검토 및 승인

| 구 분 | 소속/직책 | 성 명 | 서 명 | 일 자 |
|-----|---------------|-------|---|-----------|
| 작 성 | 냉각설비기술그룹/담당 | 정 남 용 |  | '25.01.21 |
| 검 토 | 냉각설비기술그룹/담당 | 김 정 수 |  | '25.01.21 |
| 검 토 | 냉각설비기술그룹/그룹장 | 김 영 진 |  | '25.01.21 |
| 승 인 | 토카막운전기술본부/본부장 | 박 영 민 |  | '25.01.21 |

| | | |
|---|-------------------------------|-------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 2/141 |

목 차

| | |
|--|-----|
| 1. 총칙 | 3 |
| 2. 기술사양서 | 25 |
| 3. 장비 설계 | 27 |
| 4. 장비 사양 결정 | 31 |
| 5. 배관 작업 | 39 |
| 6. 용접 작업 | 53 |
| 7. 도장 작업 | 85 |
| 8. 보온 작업 | 97 |
| 9. 시험 및 검사 | 103 |
| 10. 잡철물 제작 설치 작업 | 111 |
| 11. 계장 작업 | 116 |
| 12. 특허권 및 소유권 | 127 |
| 13. 공급자 품질보증 요건 | 128 |
| 14. 기타 | 136 |
| 15. 안전·보건에 관한 사항 | 138 |
| 붙임 1. Document Transmittal Sheet | 140 |
| 붙임 2. 붙임 2. 검사 및 시험계획서 표지 | 141 |
| 붙임 3. 검사 및 시험 계획서 | 142 |

| | | |
|---|-------------------------------|-------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 3/141 |

1. 총칙

1.1. 개요

본 시방서는 한국핵융합에너지연구원(이하 KFE)에서 개발 및 연구 중인 차세대 핵융합연구장치(이하 KSTAR)의 “HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축”을 수행함에 있어서 필요한 전반적인 기술 사양과 제반 조건을 규정한다.

본 시방서는 ”HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축“에 대한 모든 공정(설계, 제작, 운반, 설치, 시험 및 검사, 품질보증) 및 기술문서의 제출에 관한 전반적인 기술 조건과 제작 및 설치 수행에 필요한 요구사항을 규정한다. 다만, 본 시방서는 기본적인 기술 요건을 명시한 것으로 상세한 규격은 설계도면을 준용한다.

1.1.1. 제목

HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축

1.1.2. 위치

대전광역시 유성구 과학로 169-148 한국핵융합에너지연구원 내

1.1.3. 범위 및 일정


1.1.3.1. 범위

본 시방서에 명기된 HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축에 설치되는 모든 재료, 장비, 도면, 부품, 제작, 설치, 교정, 품질보증, 하자 보수 등을 범위로 한다.

본 시방서에 기술되어 있는 제반 조건 및 기준을 만족시켜야 하며, 제작 및 설치와 검사 등 관련된 제반 설비 및 기술력을 필히 확보하고 있어야 한다. 또한, 본 시방서에서 요구하고 있는 기술 사양과 제반 기준에 대하여 필요하면 발주자의 승인을 받은 후 공정을 진행하여야 하며, 구매자의 기술적인 요구사항에 적극적으로 협조해야 한다. 세부적인 업무 범위는 아래 표 1-1.을 참조한다.

표 1-1. 범위

| 구 분 | 내 용 |
|-------|---|
| 주요 구성 | 1. 냉각탑 : 1대(개방식 대향류형, STS 재질) 2. 냉각수 펌프 : 2대(standby 1대 포함) 3. 냉각수 배관(STS304) |

| | | |
|---|-------------------------------|-------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 4/141 |

| | |
|-------|---|
| | <p>1) 메인 배관(CWS/CWR) : 300A(STS304) 약 108m</p> <p>2) 기타 배관 : 250A ~ 15A(STS304) 약 80m</p> <p>3) 냉각탑수 및 시수 공급 배관 열선 공사 및 보온 포함</p> <p>4) 자동 에어벤트 밸브(에어포켓 설치), 냉각수 드레인 배관</p> <p>5) 자동 밸브 구동용 압축공기 배관 설치(STS)</p> <p>4. 관부속품 구성</p> <p>버터플라이 밸브, 2 스텝 XV 밸브, DPV 밸브, 5-1체크 밸브, 듀얼 체크 밸브, 석션디퓨저, 자동 에어 벤트 밸브 등</p> <p>5. 계기류 및 기기류</p> <p>1) 오리피스 유량계(설치 위치 협의 필요, 트랜스미터 포함)</p> <p>2) 압력계(트랜스미터 포함)</p> <p>3) 온도센서(TI)</p> <p>4) 자기수처리장치</p> <p>5) 은동이온살균장치</p> <p>6) 전도도계</p> <p>7) 배관 열선 및 수조 히터</p> <p>8) 레벨스위치 : 2EA</p> <p>9) 압력게이지(펌프 전후단)</p> <p>6. 전기설비</p> <p>1) 전원판넬 설치(냉각수 모터 전원은 소프트스타터 적용, Local 및 Auto 기동, Fault 리셋 버튼 추가)</p> <p>2) 모터 및 전기장치 2차측 전원 및 신호케이블 포설</p> <p>7. 자동제어시스템(DCS) 프로그래밍</p> <p>8. 기타 사항</p> <p>1) 기존 2차 냉각시스템 노후 부품 교체 및 철거 : 버터플라이밸브 철거 후 단관 플렌지 이음, 온도계(TI) 교체, 냉각탑 수조 히터 교체, 컨트롤 체크밸브 교체</p> |
| 세부 구성 | <p>1. 냉각탑</p> <p>1) 형식 : 대향류형</p> <p>2) Capacity : 2,616,509 kcal/hr(670.9CRT) × 여유율 20% = 804CRT → 1,000CRT 상용품 적용</p> <p>3) 제조원 : Evapco Company</p> <p>4) 수량 : 1대(500 × 2대 = 1,000CRT)</p> <p>5) Material : 수조는 STS304(부식방지)</p> <p>6) 설치 장소 : 3rd FL. Yard</p> <p>7) 기타 : 수조 히터, float switch, 전도도 센서, Auto drain valve 등 설치</p> |



기술시방서

HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축

개정번호: 0

발행일자: '25.01.23

페이지: 5/141

8) 냉각탑의 Fan Motor, V-벨트, 충진재, 루버 등을 기존 설치 제품과 호환하여 사용할 수 있어야 한다.

2. 냉각수 펌프(펌프 설치를 위한 Pad 설치 공사 포함)

- 1) 형식 : Vertical IN-LINE Pump
- 2) 유량 : 147.6 ℓ ps(8,856 lpm, 531.36 m^3/hr)
- 3) 양정 : 40 mAq
- 4) Material(Casing/Impeller) : Cast iron / SSC 13
- 4) 펌프 수량 : 2대(1대 stand_by)
- 5) 제조원 : Grundfos

3. 냉각수 배관(STS304)

- 1) 300A STS304 SCH10S : 108m
- 2) 250A STS304 SCH10S : 12m
- 3) 200A STS304 SCH10S : 2m
- 4) 150A STS304 SCH10S : 12m
- 5) 80A STS304 SCH10S : 12m
- 6) 50A STS304 SCH10S : 6m
- 7) 25A STS304 SCH10S : 24m
- 8) 45A STS304 SCH10S : 12m
- 9) 시수 공급 배관
- 10) 에어포켓 및 냉각수 드레인 배관
- 11) 자동 밸브 구동용 압축공기 배관 설치(STS)
- 12) 건물 외부 배관 및 밸브류 보온재 설치 포함(고무발포+컬러 아연도금 철판)
- 13) 건물 외부 배관 열선 공사 포함

4. 관부속품

- 1) 수동 밸브류(KS. 10K)
 - 150A BUTTERFLY V/V(ADC WAFER G/O): 8EA
 - 200A BUTTERFLY V/V(ADC WAFER G/O): 2EA
 - 250A BUTTERFLY V/V(ADC WAFER G/O): 2EA
 - 300A BUTTERFLY V/V(FCD WAFER G/O): 6EA
 - 250A BUTTERFLY V/V(FCD WAFER G/O): 3EA
 - 기타 밸브: 50A 게이트 밸브(1EA), 80A 게이트 밸브(2EA), 15A 글루브 밸브(최소 6개), 20A 글루브 밸브(최소 6개), 25A 볼밸브(6EA)
- 2) 250A 5-1 CHECK V/V : 2EA
- 3) 300A*300A SUCTION DIFFUSER : 2EA



기술시방서


HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축

개정번호: 0


발행일자: '25.01.23

페이지: 6/141

- 4) 300A DUAL CHECK V/V(KS 10K) : 2개(신설 배관 구간의 냉각수가 기존 냉각수 배관으로의 유입이 차단되는 방향으로 설치)
- 5) DPV 밸브(Differential Pressure Valve)
 - 수량 : 1대(150A)
 - Material : SSC 13(부식방지)
 - 설치 장소 : 2rd FL
 - DPV 밸브 전후단 버티플라이 밸브 설치
 - DPV 바이패스 배관 및 밸브 설치
 - 체절운전 방지 및 이물질 유입이 최소화 고려(설치 위치 감독원과 협의)
- 6) 300A 2-STEP PNEUMATIC BUTTERFLY V/V(FCD KS10K WAFER) : 4EA
- 7) 80A PNEUMATIC BALL V/V(STS304 KS10K RF) : 1EA
- 8) 자동 에어 벤트 밸브(에어 포켓 및 차단 밸브 설치) : 최소 6개소
- 9) FLEXI, JOINT(STS304 KS10K RF, L=300) : 2개소
5. 계기류 및 기기류
 - 1) 300A 오리피스 유량계(트랜스미터 포함) : 1EA
 - 2) 압력계(트랜스미터 포함) : 3EA
 - 3) 온도계(TI) : 2EA
 - 4) Magnet Water Treatment(300A) : 1식
 - 5) Silver-Copper ion Generator(150A) : 1식
 - 6) 전도도계 : 1식
 - 7) 배관 열선 및 수조히터 : 1식
 - 8) 레벨스위치 : 2EA
 - 9) 압력게이지(펌프 전후단 차단 밸브 포함) : 4EA
6. 전기설비
 - 1) 펌프 구동 전원 판넬 설치(외함 포함 MCCB 등 1식)
 - 2) 모터 기동은 소프트스타터 방식 적용
 - 3) 펌프 구동 및 전기장치의 2차측 전원케이블 포설
 - 4) 신호 케이블 포설 포함하며, 기존 신호케이블 사용 구간은 루프 체크를 통해 건전성 확인
7. 자동제어시스템 프로그래밍 및 변경(DCS)
8. 기타 사항

| | | |
|---|-------------------------------|-------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 7/141 |

| | |
|-----|--|
| | <p>1) 기존 2차 냉각시스템 노후 부품 교체 및 철거</p> <ul style="list-style-type: none"> - 300A 컨트롤 체크밸브(파이버원체크, CWP-S-101E) 교체 : 1EA - 냉각탑 수조히터 교체(380V 3상 8.0kW 2inch, STS 소켓 타입, CT-S-101B, C, D) : 3EA - 버터플라이 밸브 철거(300A) : 1EA(철거 구간 단판 플렌지 이음 처리) - 냉수 DPV 압력 유도라인 동튜브 및 피팅 전체 교체: 1식 - 온도센서 교체(TI2021A) : 1EA - 전도도 센서 교체(냉각탑 A, B) : 2EA <p>2) 밸브 및 계기류 설치 위치는 유지보수를 위한 접근성 고려.</p> <p>3) 모든 장비와 자재는 기존에 설치된 장치 및 자재와 호환이 가능하도록 설치 특히 펌프의 메커니컬씰, 베어링, 모터 등을 호환하여 사용할 수 있어야 한다.</p> <p>4) 냉각탑 입구 및 출구, 펌프 전후단, DPV 전후단 및 바이패스 배관, XV 전단에 각각 버터플라이 밸브를 설치.</p> <p>5) 압력게이지를 제외한 밸브 및 기기류는 플렌지 이음 처리 원칙</p> <p>6) 기존 냉각탑수 배관과 신설 배관 사이에 Two Step 자동밸브(XV) 설치하며 헬륨 전용 냉각탑 고장 시 bypass 용도 고려..</p> <p>7) 냉각탑수 펌프 Suction diffuser 드레인 배관 설치</p> <ul style="list-style-type: none"> - 증설 및 기존 냉각탑수 펌프의 Suction diffuser 드레인을 가까운 배수구로 연결(가동중에도 분해 정비가 가능하며 확장가능 구조, 2중 차단 밸브 설치) |
| 시운전 | <p>1. 시운전 계획서 제출</p> <p>2. 개별 시운전</p> <ul style="list-style-type: none"> - By-pass를 이용한 시운전 - XV 동작 시험 - 펌프 가동 및 수동밸브 개도 조절 - 알람 및 인터록 설정 <p>3. 종합시운전</p> <ul style="list-style-type: none"> - 헬륨 압축기 냉각수 공급 유량 및 압력 셋팅 - 기존 냉각탑수 시스템과 연계 운전(바이패스 밸브 동작을 통한 시스템 건전성 확인) |

| | | |
|---|-------------------------------|-------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 8/141 |

| | |
|-------|-----------------------------------|
| 준공 서류 | 1) 준공 서류 접수 - 준공 도면 - 준공보고서 |
|-------|-----------------------------------|

1.1.3.2. 일정

최종 수압시험 완료 후 시운전 착수 시점은 2025년 6월 25일 이전 이어야 하며, 일정은 연구원 사정으로 변경될 수 있음.

표 1-2. 세부 일정

| Item | Date | 25년 | | | | | | | | | | | 26년 | | |
|---------------|------|-----|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|-----|---|---|
| | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 |
| 구매 및 구매계약 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 공정계획 및 절차서 제출 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 장비 및 자재 업체 승인 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 장비 및 자재사양서 제출 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 장비 및 자재 발주 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 장비 제작 및 입고 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 제작 및 설치 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 전력 설비 설치 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 계장 및 DCS 프로그램 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 수압시험 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 보온 작업 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 시운전 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 준공 도서 | | | | | | | | | | | | | | | |


1.2. 일반 공통 사항

1.2.1. 적용 범위

본 시방은 “HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축” 전반에 대하여 공통으로 적용하고, 본 시방에 명시되지 않은 사항은 다음 중에서 최상위 등급을 적용한다.

- 1) 국가를 당사자로 하는 계약 관련 규정
- 2) 본 HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축과 관련이 있는 관계 법규(조례 및 규칙 포함), 법령상의 관련 규정
- 3) 한국산업규격
- 4) 건축기계설비 표준시방서
- 5) 기타 본 HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축과 관련이 있는 사항으로서 일반적으로 적용되는 기술적 상식이나 규정 또는 기준

1.2.2. 용어의 정의

| | | |
|---|--------------------------------------|-------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 9/141 |

- 1) 본 시방서에서 “발주자”라 함은 한국핵융합에너지연구원(KFE)를 말한다.
- 2) 본 시방서에서 “도급자”라 함은 계약자(시공자)를 말한다.
- 3) 본 시방서에서 “감독원”이라 함은 발주자가 지명한 작업 관리감독자를 말한다.
- 4) 본 시방서에서 “현장대리인”이라 함은 계약자(시공자) 일반조건 및 건설 기술 관리법에 의거하여 시공자가 지정하는 책임 시공 기술자로서 그 현장의 공사관리 및 기술 관리 기타 공사업무를 시행하는 현장 책임자를 말한다.
- 5) 본 시방서에서 “설계도서”라 함은 시방서, 설계도, 설계계산서 및 현장설명서 등을 말한다.
- 6) 본 시방서에서 “관계 법령”이라 함은 법·시행령·시행규칙·고시·조례·세칙·유권해석 등을 말한다.

1.2.3.

적용 순서

- (1) 설계도서 간에 상호 모순이 있다면 아래 순서에 따라 적용한다.
 - 1) 시방서
 - 2) 설계도면
 - 3) 승인된 시공 도면
 - 4) 관계 법령의 유권해석
 - 5) 감독원의 지시 사항
- (2) 시방서의 내용과 설계도 간에 상호 모순이 있을 때는 감독원의 지시에 따른다.

1.2.4.


공정계획서 제출

- 1) 도급자는 계약일로부터 30일 이전에 상세한 공정계획서를 발주자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.
- 2) 공정계획은 타 작업과 연관성을 고려하여 계약서에 명시된 총 공기를 기준으로 작성하여야 한다.

단, 계약서에 명시된 완료 일자와 발주자가 원하는 완료 날짜가 다른 경우 발주자가 원하는 날짜에 따른다.

- 3) 공정계획서는 다음과 같은 내용으로 작성하여야 한다.

- 전체 공정 계획표(막대식)
- 시공도 작성 및 승인신청계획서
- 자재 사용 및 제작도 승인신청 일정계획서

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 10/141 |


- 자재 검수 및 반입, 설치 일정계획서
- 설치 검수 및 시운전 일정계획서
- 기타 감독원이 요구하는 내용

1.2.5. 시공 문서 등의 제출

- 1) 도급자는 공정별로 작업에 착수하기 최소 7일 전에 감독원에게 시공문서 2부를 제출하여 승인을 받아 시공에 임하여야 한다.
- 2) 시공 문서에는 해당 작업에 관한 주요 사항이 모두 포함되어야 한다.
- 3) 도급자가 감독원에게 시공 문서의 승인을 요청하는 때에는 감독원이 검토하는 데 필요한 관련 자료를 첨부하여야 한다.
- 4) 도급자는 감독원이 시공 도서의 수정, 보완, 변경이 필요하다고 인정하여 요청하는 때에는 이에 따라야 한다.

1.2.6. 사용 자재의 승인

- 1) 도급자는 제작 설치에 사용되는 모든 자재에 대하여 사용하기 30일 전에 자재 사용승인 신청서를 제출하여 승인을 받아야 한다.
- 2) 도급자는 자재 생산자의 생산시설, 품질관리 정도, 판매실적, 자재의 품질 검사 성적서 등을 종합적으로 검토하여 성능 향상의 목적(품질 확보, 공기 준수, 안전사고 방지) 달성을 위하여 가장 적합하다고 인정되는 자재를 선정하여야 한다.
- 3) 감독원은 자재 승인 과정에서 이를 심사하여 부적합하다고 판단될 때는 자재 승인을 하지 않을 수 있다.
- 4) 자재 사용승인 신청서에는 다음 사항이 포함되어야 한다.
 - 자재 견본 및 자재 품질에 관한 보증서나 시험 성적서
 - 제조회사에 대한 자료(자본금, 생산시설, 실적, 보유 인력 및 장비, 자체 품질관리 계획 등)
 - 관련 규격이나 기준
 - 취급 요령, 사용 방법 등에 관한 자료
 - 제작도
 - 기타 발주자가 요구하는 자료
- 5) 자재 사용이 승인되면 제작도를 제출하여 발주처의 승인 후 제작에 착수할 수 있다.
- 6) 모든 장비와 자재는 기존에 설치된 장비의 모터, 소모품을 호환하여 사용

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 11/141 |

할 수 있어야 한다.

- 펌프의 메커니컬 씸, 베어링, 모터 등을 호환하여 상용할 수 있어야 한다.
- 냉각탑의 Fan Motor, V-벨트, 충진재, 루버, 히터 등을 호환하여 상용할 수 있어야 한다.

1.2.7. 하도급자 승인


- 1) 도급자가 제작 설치의 일부를 제3자에게 하도급 하고자 하는 때에는 미리 감독원의 서면 승인을 받아야 한다.
- 2) 하도급 승인신청은 늦어도 해당 공종의 착수 30일 전에 하여야 한다.
- 3) 도급자가 하도급자를 선정하고자 하는 때에는 하도급 업자의 도급 한도액, 실적, 자본금, 보유 인력 및 설비, 신용도, 품질관리 상태, 하도급률 등을 종합적으로 검토하여 성능향상의 목적을 달성하는데 가장 적합하다고 객관적으로 인정되는 자를 선정하여야 하며, 하도급 승인신청서에는 위의 사항을 증명하는 자료를 첨부하여야 한다.

1.2.8. 자재반입 및 검사

- 1) 도급자는 자재를 현장에 반입하기 전에 자재반입계획서를 감독원에게 제출하여 승인을 받아야 한다.
- 2) 도급자는 자재를 현장에 반입하고자 할 때는 사전에 감독원에게 통보하여야 한다.
- 3) 현장에 반입된 자재 및 장비는 감독원의 승인 없이 장외로 반출할 수 없다.
- 4) 제작 설치에 사용되는 모든 자재는 감독원의 제작자 공장 검사, 입고 검사 등을 받아야 한다.
- 5) 도급자는 감독원이 자재(관급자재를 포함한다.) 검사를 하는 데 지장이 없도록 모든 편의를 제공하여야 하며, 각종 시험 및 모든 검사 비용은 도급자가 부담하여야 한다.

1.2.9. 시공검사

- 1) 제작 설치 중에는 공정별로 감독원의 중간 검사를 받아야 하고, 후속 작업은 선행 작업의 중간 검사에 합격한 후에 시행하여야 한다.
- 2) 도급자는 감독원이 검사(중간 검사, 기성검사, 준공검사, 하자 검사 등 모든 검사를 포함한다)를 하는 데 지장이 없도록 모든 편의를 제공하여야 하며, 모든 검사 비용은 도급자가 부담한다.

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 12/141 |

3) 제작 설치 후 매몰되어 사후 검사가 곤란한 공정은 감독원의 입회하에 시공하여야 한다.

4) 도급자는 시공 후 검사가 불가능 한 부분에 대하여 감독원의 검사를 미리 받고, 그 결과를 서면으로 받아 두어야 한다.

1.2.10. 보고 등

1) 도급자는 일일 작업계획, 주간 공정계획 및 실적, 월간공정 계획 및 실적 등을 감독원에게 보고하여야 한다.

2) 도급자는 제작 설치 중 중요한 부위 및 매몰되는 부위에 대하여 매몰 후 위치를 확인할 수 있도록 천연색으로 사진을 촬영하여 설명을 기재한 사진첩 2부를 제출하여야 한다.

1.2.11. 현장관리 규정 등의 준수

1) 도급자는 당 연구소의 보안과 안전 관련 규정, 감독원이 현장 관리상 필요하여 제정한 규정이나 요구하는 사항에 대하여 이를 준수하여야 한다.

2) 도급자는 감독원이 전체 제작 설치의 공정 관리상 필요하여 요청할 때에는 따라 제작 설치를 진행하여야 한다.

1.2.12. 현장대리인 등

1) 도급자는 감독원이 본 성능 향상에 적당하다고 인정하는 경험과 기술 능력을 갖춘 기술자를 현장대리인으로 선정하여 현장에 상주시켜야 한다.

2) 현장대리인은 성능 향상 전반에 대하여 도급자의 책임과 의무를 대행하여야 한다.

1.2.13. 현장 조직

1) 도급자는 증설에 착수하기 전에 본 증설에 종사하는 인원의 조직표를 감독원에게 제출하여 승인을 받아야 한다.


2) 현장대리인이나 관련 종사자가 제작 설치의 수행에 부적당하다고 감독원이 판단하여 교체를 요구할 때는 즉시 교체하여야 한다.

3) 조직표에는 성명, 직위, 담당업무, 주소, 비상 연락처를 기재하여야 한다.

1.2.14. 책임 시공

1) 도급자는 본 시방서에 표기되지 않은 사항이 있을 때도 기술적 상식상의 품질이 확보될 수 있도록 시공하여야 한다.

2) 도급자는 설계 문서에 빠진 사항일지라도 작업의 성질상 당연히 시공하여야 할 경미한 사항은 감독원의 지시에 따라 시공하여야 한다. 이 경우에도

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 13/141 |

추가되는 비용은 도급자가 부담한다.

3) 도급자는 경제적이면서 양질의 작업을 하는 데 필요한 대안이나 방법이 있으면 감독원에게 제시하여야 한다.

1.2.15. 타 작업 도급자와의 협조

도급자는 타 작업에 지장이 없도록 하여야 하며, 타 작업이 원활히 시행될 수 있도록 필요한 협조를 하여야 한다.

1.2.16. 이의

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

1.2.17. 대관 업무

도급자는 관계 관청의 절차가 필요한 경우 허가, 신고, 검사 등을 도급자의 비용으로 발주자를 대행하여 신속하게 이를 행하여야 한다.

1.2.18. 사용 자재

1) 제작 설치에 사용되는 모든 자재는 특기가 없는 한 KS 인증품을 우선으로 하여야 하며, KS 인증품이 없는 경우에는 국산 최상급 신품을 사용하여야 한다.

2) 자재생산업체가 다수일 때에는 자제품질관리, 생산시설 규모, 생산 실적이 우수한 업체에서 생산되는 자재를 사용하여야 한다.

1.2.19. 안전관리 등

1) 도급자는 현장 내 전체 작업장의 안전관리에 만전을 기해야 한다.


2) 도급자는 현장 실정에 맞는 자체 안전관리 계획을 수립하여 시행하고, 정기교육 등을 실시하여 모든 종사자가 안전관리 규정을 준수하도록 하여야 한다.

3) 현장 작업자는 안전모, 안전화를 착용하여야 한다.

4) 도급자는 안전관리 소홀로 인하여 발생하는 사고나 재해에 대하여 민, 형사상의 모든 책임을 져야 한다.

5) 도급자는 제작 설치 중에 발생할지 모르는 천재에 대해서는 필요한 모든 조치를 세워 피해를 최소화하여야 한다.

6) 도급자는 제작 설치 중 타 시설물(기존건물, 포장, 도로, 수목)에 손상을 주거나 인명피해, 교통방해 등이 발생하지 않도록 필요한 모든 조치를 마련

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 14/141 |

해야 한다.

1.2.20. 폐기물

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

1.2.21. 사고의 보고

도급자는 가설물이나 구조물의 파손 기타 작업 수행에 영향을 미치는 사고나 인명의 손상 또는 제3자에 피해를 미치는 사고가 일어났을 때 혹은 그로 인한 사고 발생의 징조를 발견하였을 때는 응급조치를 취하고 감독원에게 즉시 보고하여야 한다.

1.2.22. 작업시간

도급자가 제작 설치 내용상 불가피하여 야간작업 및 주말(토, 일) 작업을 하고자 하는 때에는 미리 감독원의 승인을 받아야 한다.

1.2.23. 제작 설치 일시 중지


감독원은 다음 상황이 발생하였을 때는 작업의 일시 중지를 명할 수 있으며, 작업 중지로 인한 손해는 도급자 부담으로 한다.

- 1) 도급자가 설계문서의 내용과 다르게 제작 설치를 하거나 정당한 발주자의 지시에 응하지 아니한 때
- 2) 제작 설치 종사자의 안전을 위하여 필요하다고 인정되는 때
- 3) 제작 설치 종사자의 기술 미숙으로 조잡한 작업이 될 우려가 있을 때
- 4) 관련되는 다른 작업의 진척으로 보아 작업의 계속이 부당하다고 인정되는 때
- 5) 작업 소음으로 인하여 인근에 피해를 줄 우려가 예상되는 때
- 6) 발주자가 설계 내용의 검토나 변경이 필요하여 요청하는 때

1.2.24. 설계변경

1) 발주자는 다음의 사유가 발생한 때에는 국가를 당사자로 하는 계약 관련 규정에 따라 설계 변경할 수 있다.

- 발주자의 내부 방침이 변경된 때
- 설계 내용이 제작 설치의 목적 달성에 현저히 부적합하다고 판명된 때
- 새로운 공법이나 자재가 개발되어 제작 설치의 질을 향상하거나, 제작설치비를 절감할 수 있다고 판단된 때

| | | |
|---|--------------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 15/141 |

- 현장 여건이나 설계조건이 변경된 때
- 기타 부득이한 사유가 발생한 때

2) 설계변경의 내용에 대하여 발주자와 도급자가 서면 합의하였으면 제작 설치의 원활한 추진을 위하여 계약 변경 전이라도 변경된 내용에 따라 선 시공해야 한다.


1.2.25. 준공 문서의 작성

도급자는 준공과 동시에 발주자가 요구하는 바에 따라 준공문서[준공 내역서 5부, A3(도면) 5부, A4 책자(도면) 5부, CD-ROM 3매(CAD-A3 / PDF / WMF)를 제출하여야 한다.

1.2.26. 도급자의 의무

- 1) 모든 제작 설치는 시방서와 설계 도면에 부합되도록 시공하여야 하며, 도급자는 작업 전반에 대하여 책임을 져야 한다.
- 2) 도급자는 시방서, 설계 도면을 충분히 숙지하고 입찰 시 배포된 설계 도면을 참조하여 설치 현장을 확인 후 장비 배치도 및 상세 제작도를 다시 작성하여 KFE 승인 후 시공에 임하여야 한다.
- 3) 도급자는 국가기술자격법에 따라 기술자격을 취득한 기술자를 현장에 배치하여 제작 설치에 만전을 기하여야 한다.
- 4) 도급자는 발주자가 본 제작 설치의 최종 인계를 받을 때까지 제작 설치 목적물의 관리 책임을 져야 한다.
- 5) 도급자는 손상을 받은 제작 설치 부분이나 수준 이하로 시공된 부분은 발주자가 만족할 때까지 재시공하여야 한다.
- 6) 현장대리인은 발주자의 승인 없이 작업 현장을 이탈하여서는 안 된다.
- 7) 도급자는 본 제작 설치에 대한 제반 검사 결과 처분 지시가 있는 때에는 이에 따라야 하며, 이의를 제기하여서는 안 된다.
- 8) 본 제작 설치로 인하여 타 시설물을 훼손하였으면 도급자 부담으로 손해 배상이나 원상복구를 하여야 한다.
- 9) 도급자는 발주자가 지명한 감독원의 정당한 업무 수행을 방해하여서는 안 된다.
- 10) 도급자는 계약 내용의 변경을 수반하는 사항은 발주자의 서면 통지가 없는 한 시행하여서는 안 된다.

1.2.27. 이의신청

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 16/141 |

도급자는 감독원의 지시 혹은 결정에 이의가 있는 경우에는 서면으로 10일 이내에 감독원에게 제출하여야 하고, 그 기간 내에 감독원에게 제출하지 않으면 결정 및 지시 등이 확정된 것으로 간주한다.

1.2.28.

작업현장관리

- 1) 도급자는 작업 현장에서의 출입자 감시, 풍기 단속, 위생 관리, 화재 및 도난 방지와 기타의 사고 방지에 특히 유의하여야 한다.
- 2) 도급자는 발주자가 지정하는 장소에 작업 명, 작업기간, 도급자명 등을 기재한 작업 안내표지판을 설치하여야 한다.
- 3) 도급자는 작업장 및 그 부근에 있는 지상 및 지하의 기존 시설의 이용이나 통행에 지장을 주지 않도록 하여야 한다.
- 4) 도급자는 현장사무실 내에 작업 현황을 파악할 수 있는 상황판을 제작 설치 발주자와 협의하여 설치하여야 한다.
- 5) 도급자는 작업 소음, 분진 발생 등에 대한 예방책을 세워 환경피해가 발생하지 않도록 하여야 한다.
- 6) 작업 현장은 항상 정돈된 상태에서 청결과 안전관리에 온 힘을 다하여 작업에 임하고, 작업자는 매일 일과 종료 후 현장 정리 정돈을 하고 감독원의 점검을 받는다.
- 7) 설치 전의 장비나 자재는 보양을 철저히 하여 변형을 방지하여야 하고, 변형된 장비나 자재는 신속히 신품으로 대체하여야 한다.

1.2.29.

공정계획 준수


- 1) 도급자는 감독원 승인을 받은 공정계획에 따라 작업을 진척시켜야 한다.
- 2) 도급자는 제작 설치가 공정계획대로 진척되지 않으면 그 상세한 원인과 공정 만회 대책을 세워 감독원에게 보고하여야 한다.
- 3) 감독원이 부진한 공정 만회를 위하여 부득이하다고 판단하여 지시하는 사항에 대해서 도급자는 특별 조치를 세워 이행하여야 한다.

1.2.30.

작업의 구분

타 작업과 관련이 있는 부분 중 본 작업에서 시행하여야 할 부분은 다음과 같다.

- 1) 벽, 바닥 슬리브 등의 관통 부위에 대한 방화구획
- 2) 작업장 전체에 대한 관리
- 3) 공통 가설 시설물의 설치 및 관리

| | | |
|---|--------------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 17/141 |

4) 기타 작업의 구분이 불명확한 경우로서 감독원이 지정하는 작업

1.2.31. 유지, 보수용 자재의 확보

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

1.2.32. 제작 설치 기간

1) 본 제작 설치의 총 작업기간은 계약서 명기와 같다.

2) 본 총 작업기간에는 기후, 현장 및 도로 등 주변 사정, 노무 및 자재 사정, 설계변경 등 공정에 영향을 미칠 수 있는 모든 사정이 고려되고, 기타 일시적인 작업 중지 기간이 포함된 것으로 보아야 한다.

3) 도급자는 발주자의 부득이한 사정이나 사변 등으로 작업의 계속 시행이 불가능하다고 발주자가 판단하여 작업의 중지를 서면으로 요청한 기간 이외에는 작업기간의 연장을 요구할 수 없다.

1.3. **HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축에 관한 사항**

1.3.1. 일반사항

1) 관계 법규 및 인허가 사항

- 모든 작업은 관계 법규(조례 및 규칙 포함)를 준수하여 시공하고, 본 성능향상에 수반하여 발생하는 모든 인허가 업무는 도급자가 이행해야 하며, 이로 인해 발생하는 비용은 도급자가 부담하여야 한다.

2) 적용 및 우선


- 모든 작업은 설계도면 및 본 시방서에 준하여 시공하며, 서로 다른 부분이 있을 때는 감독원의 지시에 따른다.

- 시방서, 설계도면 및 내역서 중 어느 한 문서에서라도 표기된 사항은 시공하여야 한다.

- 시방서 및 설계 도면의 표기 방법이 불명확하거나 이의가 생겼을 때는 산업 설비 관련 국가 표준시방서, 한국산업규격 관계 법규 및 조례 등을 준용하며, 해석상의 이의가 발생하면 감독원의 해석에 따라야 한다.

- 본 제작 설치의 설치 및 시험 등을 포함한다.

- 본 제작 설치에 대한 설계문서가 관계 법령과 다른 부분이 있을 때는 관계 법령에 따라 시공해야 하며, 제작 설치 기간에 관계 법령이 개정된 때에

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 18/141 |


는 개정된 법령에 따라 설계 변경하여야 한다.

1.3.2. 제작 설치의 시행

- 1) 모든 작업은 제반 설비가 충분하고, 만족스러운 기능을 발휘하도록 확실하게 시공하고, 명시되지 않은 경우일지라도 작업 내용상 당연히 필요하다고 판단되는 사항은 도급자 책임으로 성실히 시공하여야 한다.
- 2) 도급자는 착공 전에 공정표 및 세부 시공계획서, 기술 인력 현황 및 기술자의 인적 사항을 감독원에게 제출해야 하고, 현장대리인은 상주하여 제반 공정관리 및 안전관리에 책임을 다하여야 한다.
- 3) 도급자는 제작 설치 시행 전 관계 설비의 계통을 숙지하고, 본 작업이 관계되는 해당 관공서의 법규에 따라서 제반 설비가 그 기능을 완전히 발휘할 수 있도록 성실히 시공하여야 한다.
- 4) 도급자는 작업 중 감독원이 작업의 부실 또는 부정이라 인정할 시 감독원의 지시에 따라 즉시 재시공 또는 보수하여야 한다.
- 5) 도급자는 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 시공상 필요한 도면은 작업 전 시공도 및 제작도를 작성하여 감독원의 승인을 받고 시공 또는 제작하여야 한다.
- 7) 본 제작 설치를 위한 현장사무소 및 창고 등 필요한 가설물을 설치할 때는 설치 장소, 방법 등 제반 사항은 감독원의 지시에 따른다.
- 8) 화기 사용 장소, 인화성 재료의 저장소 등은 될 수 있는 한 건축물 또는 관계 법규에 따라 방화구조 또는 불연재를 사용하고 소화기를 비치한다.
- 9) 본 제작 설치에 모든 기능시험을 완료하여 감독원의 준공검사 완료 확인시점을 준공으로 본다.
- 10) 시공 후에 검사할 수 없거나, 감독원이 지시하는 개소에는 천연색 사진을 촬영하여 감독원의 확인을 받은 후 보관하여 준공 시에 제출하여야 한다.
- 11) 작업용 및 시험용 전력, 용수, 배수 등 임시 가설 작업에 필요한 설비는 작업 진행에 지장이 없도록 도급자가 시행하여야 한다.

1.3.3. 사용 자재 및 기기

- 1) 재료, 기기의 요청 및 승인
 - 본 제작 설치에 사용되는 모든 제작도면, 시공 도면, 장비나 기자재는 감

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 19/141 |

독원의 승인을 받아야 한다.

- 도급자는 1) 항에 기재된 승인요청 계획을 작성, 감독과 협의 승인을 받아야 한다.
- 1) 항에 명시된 승인요청은 지정된 양식에 감독원이 요구하는 자료, 시험 성적표 및 성능보증서, 견본 등을 명기하여 승인 소요 기간을 고려한 현장 반입 기간 전까지 감독원에게 제출해야 하고, 감독원은 별다른 사유가 없는 한 그 결과를 통보하여야 한다.
- 도급자는 승인된 자재의 견본 및 자료를 별도의 장소에 분리, 보관 관리 하여야 하고, 감독원의 승인이 없이 폐기 또는 사용하여서는 안 된다.

2) 기기 및 재료

- 본 제작 설치에 사용되는 기자재는 KS(한국산업규격)규격의 신품을 원칙으로 하고, KS규격이 없는 것은 ASTM, JIS 등에 따르되 특별히 지정되지 않은 것은 감독원과 협의, 승인을 받아 사용해야 한다.
- 기기에는 제조자, 제품번호, 제조 년/월/일, 형식 및 용량 등을 표시한 명판을 부착하여야 한다.
- 모든 열사용 기자재는 에너지이용합리화법에 의한 등록업체 제품으로 한다.

3) 모든 장비와 자재는 기존에 설치된 장비의 모터, 소모품을 호환하여 사용할 수 있어야 한다.

- 펌프의 메커니컬 씰, 베어링, 모터 등을 호환하여 상용할 수 있어야 한다.
- 냉각탑의 Fan Motor, V-벨트, 충진재, 루버, 히터 등을 호환하여 상용할 수 있어야 한다.

1.3.4.


시험 및 검사

1) 일반사항

- 시험 및 검사의 방법은 관계 법규, 한국산업규격 및 기타 준용 기준이 있을 때는 그것에 따른다.
- 관공서 또는 공인기관의 시험 및 검사를 필요로 하는 것은 그 시험 및 검사에 합격하여야 한다.

2) 시험 및 검사방법

- 공정 중 특기사항에 명시되었거나, 각 작업의 공정에 따라서 감독원이 지시하는 단계에서는 반드시 기기, 재료, 시공에 대한 시험 및 검사를 한다. 다

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 20/141 |

만, 제조회사들의 공인기관 검정 시험 성적서 및 검사증 등에 의해 인정된 것 또는 감독원이 승인하는 경미한 사항에 대해서는 시험 및 검사를 생략할 수 있다.

- 도급자는 시험, 검사 양식에 의거, 시험, 검사할 부분에 대하여 24시간 전에 시험 내용, 장소, 시간, 기술, 특기사항 등을 명기하여 제출하여야 한다.

1.3.5. 시운전과 조정

1) 모든 작업의 완료 시에는 장비, 기기별 성능검사 양식을 작성 협의 후 시운전과 조정계획을 수립하여 감독원에게 보고하여야 하며, 그 결과를 보고서로 제출해야 한다.

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

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

4) 용접 작업 및 시운전 시 소요되는 유틸리티(전력, 용수, Air)는 발주자가 공급하고, 시운전에 필요한 소모품 및 약품류 등은 도급자가 공급하여야 한다.

1.3.6. 뒷정리

작업자는 매일 일과 종료 후 현장 정리를 철저히 하고 관계자의 확인 후 일을 종료하며, 공정별로 청소를 시행한다.

1.3.7. 인계인수

1) 준공검사 후에는 각종 관계문서, 시험 성적서 및 검사증을 감독원에게 인계하여야 한다.


2) 주요 기기 또는 필요한 개소에는 안전 수칙 및 각종 표찰을 부착하여 관리 요원이 안전 및 관리에 온 힘을 다하도록 하여야 한다.

3) 각 기계실 노출배관에는 종류별로 방향 표시(Identification) 및 컬러 코딩(Color coding)을 부착하되 크기, 재질 및 위치는 감독원의 승인을 받은 후 부착하여야 한다.

4) 각종 장비에 명판을 작성하여 감독원의 승인을 받은 후 부착하여야 한다.

1.3.8. 보양

제조업체에서 제작된 장비나 자재는 현장 반입 후 도급자가 책임을 갖고 관리하여야 하며, 정해진 장소에 보관하고 먼지 등에 오염되지 않도록 보양하

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 21/141 |

여야 한다.

1.4. 제출문서

1.4.1. 적용 범위


- 1) 본 시방은 도급자가 발주자에게 제출해야 할 각종 서류, 도면 및 품질증빙서류 등에 대한 세부 요건을 규정한다.
- 2) 계약서 본문에 규정된 요건은 본 시방서에 기술된 내용에 우선하여 도급자에게 적용한다. 만일, 본 시방서와 계약서 본문 내용이 서로 일치하지 않거나 불명확한 내용이 있을 때 도급자는 발주자에게 통보하여 명확한 해석을 받은 후 이행하여야 한다.

1.4.2. 일반요건


- 1) (도급자 의무) 도급자는 본 시방서에서 정하는 대로 계약 이행을 위한 각종 서류 및 도면을 발주자에게 제출하여야 한다.
- 2) (서류 품질) 도급자가 제출하는 서류 및 도면은 정상적인 육안으로 판독이 가능할 수 있도록 작성 또는 복사 상태가 양호해야 하며 재복사 또는 전자매체 제작 등이 가능한 상태의 품질이 유지되어야 한다.
- 3) (발주자의 검토) 도급자가 제출하는 서류 및 도면은 계약 요건에 따라 업무에 적용하기 전에 발주자의 검토를 받아야 한다.
- 4) (서류 식별) 도급자가 제출하는 서류에는 서류 명칭, 서류 번호, 개정 번호, 작성일자 등이 명확하게 기재되어야 하며 서류의 면마다 서류 번호, 개정 번호, 페이지가 표시되어야 한다.
- 5) (서류 번호) 계약서 요건에 발주자가 제시한 서류 분류 번호 부여 방법이 있을 때 도급자는 이를 준수해야 한다.
- 6) (서류 승인) 도급자가 제출하는 모든 서류에는 작성, 검토, 승인권자의 소속, 직책, 성명, 서명, 일자 등이 포함되어야 한다.

1.4.3. 서류 및 도면의 제출

- 1) 도급자는 제작사양서 접수 후 아래에 명기된 사항이 포함된 제작 추진 방안 및 추진 일정을 제출하여야 한다.
 - 설계, 제작 및 품질관리 방안
 - 추진 인력 편성표(인원, 경력 등)
 - 제작 공정표

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 22/141 |

- 기타 관련 자료
- 2) 제작 전 아래 명기한 자료를 제출해야 한다.
 - 제작도
 - 검사 및 시험 절차서
 - 제작 절차서(제작 절차, 용접 절차, 세정절차, 표면 처리 절차)
 - 검사 및 시험계획서(ITP)
 - 포장 및 운송 절차서
 - 설치 절차서
- 3) 제작 기간 중 아래 명기한 자료를 제출해야 한다.
 - 제작공정에 대한 검사 및 시험 성적서
 - 주요 공정의 제작 진행 상황 사진
 - 공정별 제작 방법 및 품질관리 기록서
 - 부적합보고서
- 4) 매주 주간 진척사항 및 업무 진행 상황을 문서로 작성하여 제출한다.
- 5) 완료 시 아래 명기한 자료를 제출해야 한다.
 - 제작도면(hard copy, 전자화일)
 - 제작 절차서(제작 절차, 용접 절차, 세정절차, 표면 처리 절차)
 - 검사 및 시험 절차서
 - 검사 및 시험계획서(ITP)
 - 검사 및 시험 성적서
 - 설치 절차서
 - 주요 공정의 제작 진행 상황 자료
 - 공정별 제작 방법 및 품질관리 기록서
 - 부적합보고서
 - 준공문서[준공보고서 5부, 준공내역서 5부, 도면(A3) 5부, 도면(A4 책자) 5부, 3D 모델링(CD-ROM & PDF), CD-ROM(CAD_Auto CAD 2010 & A3 PDF)] 및 기타
- 6) 자료 제출 일정
 - 제작 추진 방안 및 추진 일정 자료 : 계약 후 30일 이내
 - 제작 전 제출자료 : 계약 후 2개월 이내
 - 제작 중 제출자료 : 협의 후 결정

| | | |
|---|--------------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 23/141 |

- 완료 시 제출자료 : 설치 완료 검사 후 제출

7) (자체 검토, 승인) 도급자가 발주자에게 제출하는 모든 서류 및 도면은 계약서 및 계약서에서 요구하는 기술기준과 품질보증 계획서에 따라 작성, 검토, 승인되어야 한다. 도급자가 자체 승인하지 아니한 서류가 발주자에게 제출되어서는 안 된다.

8) (용지 사용) 서류에는 일반적으로 A4용지를 사용하며 도면에는 크기에 따라 A0, A1, A2, A3 등의 용지를 사용한다.

9) (전자매체의 사용) 발주자의 요청에 따라 전자매체를 이용한 서류를 제출하는 경우, 이 전자매체는 관리 기준이 수립, 운영된 것이어야 하며 검색 가능, 복사 가능, 재생가능, 이중 보관 등의 품질 요건이 충족되어야 한다.

10) (제출) 도급자는 서류 송부 전을 사용하여 서류 및 도면을 발주자에게 제출하여야 한다.

11) (재고기록) 도급자는 발주자가 제공한 품목의 물량에 대한 재고기록을 유지하고 발주자의 요청 시 재고기록 보고서를 발주처에 서면 제출한다.

1.4.4. 기록매체 제작 및 검사 요건

1) 기록매체(CD-ROM 등)에 수록할 모든 자료(도면 및 문서)는 전자파일 그대로 수록하는 것을 원칙으로 한다.

2) CD-ROM에 수록할 모든 자료(도면 및 문서)의 Image File Format은 CCITT Group 4 TIFF 압축 방식 또는 PDF(Portable Document Format)를 사용한다.


3) Image File은 화면 검색 및 출력 시 판독이 가능한 해상도(200DPI 이상)를 유지하도록 Scanning 되어야 한다.

4) 도면 및 문서의 Image File 변환 시 Scanning 축척은 1:1로 하여야 한다.

5) 도면인 경우는 Multi page TIFF & JPG(1개의 이미지 파일 내에 다수 개의 페이지를 모두 포함할 수 있는 파일 포맷)를 사용할 수 없으며, 문서인 경우에 한하여 Multi page TIFF를 사용한다.

6) CD-ROM에 수록할 경우 자료의 목록과 원문 이미지 데이터가 연계될 수 있도록 수록 폴더명, 파일명(File Name) 등을 같게 부여하여 수록하여야 한다.

7) 전자매체에 수록하여 보관되는 모든 기록물은 KFE 전산시스템에 등록이 가능한 형태의 자료이어야 한다.

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 24/141 |

8) (기록검사) 도급자 제출 전자매체에 수록된 기록물은 발주자의 내부 기준 (수량 검사 및 파일 수록 상태 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 판정될 때는 인수를 거절할 수 있다.

1.4.5.

품질증빙서류

1) (제출 요건) 도급자는 모든 작업이 완료되고 품질보증계획서의 요건에 따라 제품을 공급함을 보증하는 품질증빙서류를 발주자에게 제출하여야 한다.


2) (품질증빙서류의 종류) 일반적으로 품질증빙서류는 다음과 같다.

- 품질보증확인서(Certificate of Compliance)
- 품질증빙서류 목록(QVDL, Quality Verification Document List)
- 자재/부품 목록 [재료성적서 또는 재료확인서(Certificate of Compliance) 포함]
- 검사 및 시험계획서 종결 본
- 검사 및 시험계획서에 따른 각종 시험, 검사보고서
- 특수 작업(용접, 비파괴검사, 세정, 도장) 관련 기록, 자격인증서, 작업수행 기록
- 부적합보고서(NCR), 시정 조치 요구서, 공급자 불일치 사항 처리 요청서(SDDR) 및 종결본
- 측정 및 시험 장비 교정 성적서
- 최종 제작도면(Final Fabrication Drawing)
- 일반규격품 적합성 인증서(Certification of Conformance for CGI Dedication)
- 기타 품질검사 계획에 의거 요구되는 서류(공정별 절차서)
- 계약 관련 서류(계약서, 구매 시방서 등)에 규정된 제출 요구 서류
- 기타 발주자가 제출을 요구하는 서류

3) (편철) 품질증빙서류는 편철, 색인, 페이지 부여 등에 있어 찾아보기에 불편함이 없어야 하며 도급자의 책임자가 그 앞 페이지에 최종 검토, 확인 서명을 해야 한다.

4) (식별) 품질증빙서류의 바인더 앞표지에는 품목 WBS, 계약 번호, 계약명, 기기명, 도급자 등의 필요한 식별표시가 되어야 한다.

5) (제출 서류의 소유권) 도급자가 발주자에게 제출한 서류 및 도면은 발주자의 소유이며 도급자는 제출한 서류 또는 도면의 반환을 요구할 수 없다.

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 25/141 |

2. 기술사양서

2.1. 개요

본 프로젝트는 기존의 헤더 분기 배관을 통한 냉각수 배관을 수정하여 HRS Compressor 전용 냉각수 루프를 구축하는 것으로 아래의 내용을 반영 및 고려하여야 한다.

- 1) 기 설치되어 있는 Cooling Tower Water Supply 및 Return Header 분기 배관 후단을 절단하여 냉각탑까지 냉각수 순환이 가능하도록 신설 배관 및 관련 장치를 설치 한다. 동시에 금번 신설구간의 냉각수 시스템에 문제 발생 시 기존의 냉각수 설비에서 냉각수 공급이 가능하도록하여야 한다.
- 2) 배관 공사와 관련하여 기존 배관 절단 후 철거 및 마감처리를 반영하여야 한다.
- 3) 모터 전원 판넬 구축 및 전원 케이블 포설 작업을 본 공사에 포함한다.
- 4) 신호 케이블 포설을 포함하며, 일부는 기 설치 신호 케이블을 이용하되 루프 체크를 통한 건전성을 확인하여야 한다.
- 5) 자동제어시스템(DCS) 프로그래밍을 포함한다.
- 6) 시스템 구성은 “표 1-1 업무 범위” 기술 내용을 따른다.


2.2. Requirements

2.2.1. Water Cooling Required parameters

헬륨압축기 water cooling requirement는 heat load 3.043 MW, 냉각수 유량 147.6 ℓps, 냉각수 공급 온도 32℃ 이하, 냉각수 수질 조건은 800 μs/cm 이하이다. 냉각수의 요구사항은 아래 표 2-1과 같다.

표 2-1 헬륨압축기 Cooling Water Requirement

| 냉각 대상 | | 열량 (MW) | 냉각수량 (ℓ/s) | 냉각수 공급온도 (℃) | 냉각수 온도차 (℃) | 냉각수 공급압력 (kg/cm ²) | 냉각수 압력차 (kg/cm ²) |
|--------------|-----------|------------|---------------|--------------------|-------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|
| HRS Comp' | LP He HE | 0.142 | 6.9 | 32 | 37 | 3.2 | 0.5 |
| | LP OIL HE | 0.944 | 45.8 | 32 | 37 | 3.2 | 0.5 |
| | HP He HE | 0.229 | 11.1 | 32 | 37 | 3.2 | 0.5 |
| | HP OIL HE | 1.728 | 83.8 | 32 | 37 | 3.2 | 0.5 |
| 합계 | | 3.043 | 147.6 | 32 | 37 | 3.2 | 0.5 |

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 26/141 |

2.3. 설계계획

2.3.1. 장비 설치 계획

각 장비는 설치 공간 및 유지보수를 고려하여 배치하며, 냉각수 주 배관은 Inlet & Outlet 모두 300A로 설치하며, 배관 재질은 STS 304, 공급 및 환수 배관 모두 SCH10으로 설치한다. 또한, 배관에는 센서(압력, 온도) 및 밸브류 등을 설치한다.


1) 핵융합특수설비동 지상 2층 S101 room

- 냉각탑수 펌프
- Magne Water Treatment
- Silver-Copper ion Generator
- 기존 냉각탑수 배관과 bypass 배관(bypass 자동밸브(2스텝 XV) 설치
- 냉각수 배관 및 관부속품
- 펌프 체질 운전 방지용 DPV 밸브
- 자동 및 수동 밸브
- 계장기기(온도, 압력, 유량 트랜스미터 포함)
- 체크 밸브
- 전원 판넬
- 펌프 전후단 압력게이지
- 펌프 전후단 압력게이지

2) 3rd FL. Yard

- 냉각탑
- 냉각수 배관 및 관부속품
- 밸브류
- 보온재 및 커버 설치
- 정온전선(판넬 개조 포함)
- 수조히터
- 전도도 센서(판넬 개조 포함)

3) 자동제어시스템(DCS) 수정

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 27/141 |

3. 장비 설계

장비는 크게 냉각탑수 펌프(Tower Water circulation pump), 냉각탑(Cooling Tower)으로 구성된다.

장비는 헬륨압축기에 냉각탑수를 순환시켜 헬륨압축기에서 발생하는 열을 냉각하고, 냉각탑수로 흡수된 열에너지를 효과적으로 냉각탑을 통해 냉각하도록 한다. 이때 헬륨압축기의 특성을 고려하고 에너지 효율을 고려해야 한다.

3.1. 냉각탑수 펌프

3.1.1. 설계조건

- 1) 냉각탑수 펌프의 양정은 헬륨압축기의 마찰손실과 설비의 장비, 밸브 및 배관의 마찰손실을 모두 합산하여 정하고, 배관계의 압력분포선도를 그려서 펌프의 필요 양정을 검증하여야 한다.
- 2) 냉각탑수 펌프는 메인 펌프 1대를 가동하고, 펌프의 고장 또는 이상 발생을 대비하여 Stand-by 펌프 1대를 추가로 설치한다.
- 3) 펌프의 용량은 최소로 선정하여 과대한 용량에 따른 기동전류 및 수격작용 등 운전상의 문제가 발생하지 않도록 한다.


3.1.2. 용량 선정

- 1) 펌프의 유량은 장치의 열 부하와 냉각수 공급 및 환수 온도를 고려하여 최적의 유량으로 선정한다.
- 2) 양정은 냉각탑이 개방형이므로 헬륨압축기, 설비의 장비, 밸브, 배관의 마찰손실을 모두 더하여 결정한다.
- 3) 펌프의 양정을 확정하기 전에 배관계의 압력분포선도를 작성해서 헬륨압축기의 입구 압력이 허용 압력 이하인지를 반드시 파악한다.

3.1.3. 형식

- 1) 펌프는 Veral IN-LINE Pump 사용
- 2) 펌프의 재질은 Casing은 Cast iron, Impeller는 부식 및 마모도 등을 고려하여 Stainless steel 또는 그 이상의 화학적 물리적 특성의 재질을 사용한다.

3.2. 냉각탑(Cooling Tower)

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 28/141 |

3.2.1. 설계조건

헬륨압축기는 Cooling Tower water만 사용하여 목표 온도(32℃)까지 냉각하는 장치로 냉각탑수 온도를 안정적으로 유지하도록 20%의 여유율을 적용하고, 개방형 대향류형을 채택하여 에너지 절약적인 시스템이 되도록 한다.

3.2.2. 용량 선정

1) 냉각탑 용량은 헬륨압축기의 전체 cooling load를 기준으로 여유율을 고려하여 3.6 MW 이상의 heat load를 제거할 수 있는 용량으로 선정한다.

3.2.3. 형식

냉각탑의 효율이 높은 개방형 대향류형을 설치한다.

3.2.4. 냉각탑 설계 사양

(1) 구성

본체, 수조, 송풍기, 전동기, 부속품 등으로 구성되며 운전시의 소음, 진동 및 물방울의 비산이 적고, 소정의 성능을 가지는 것으로 한다.

(2) 본체

본체는 용융아연도금판 또는 내식성을 강화한 재질 등으로 견고하게 조립된 것으로 하고, 내부의 점검 및 청소가 용이한 구조로 한다. 물 분배 장치는 강제에 수지코팅을 한 것, 또는 합성수지 재료 하고 물의 낙하분포가 균일한 것으로 한다. 공기흡입구에 설치하는 루버 또는 금속망은 본체와 같은 재료 또는 강제에 수지 코팅을 한 것으로서 공기의 유통을 고르게 할 뿐만 아니라 외부로 물의 비산을 방지하는 것으로 한다. 충전제는 충분한 경년변화에 견딜 수 있는 것으로, 통과 공기의 유동저항이 적고 낙하 물방울을 균일하게 배분시키는 형상 및 구조로 한다.


(3) 수조

두께 3.2 mm 이상의 스테인리스강판으로 시공한 것으로 한다. 수조에는 배수관, 오버플로 관, 급수관 기타 필요한 접속구를 설치하고 냉각탑수 출구에는 내식성 금속제 철망(눈금 3 mm 이하) 또는 수지제 슬릿형의 것을 사용한다.

(4) 송풍기

송풍기는 필요한 풍량과 정압을 가지는 것으로 회전 부분에 사람이 접촉할 염려가 있을 때는 내식성 재질의 보호용 철망 등을 설치한다.

(5) 전동기

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 29/141 |

전동기는 모두 전폐 옥외형으로 한다.

(6) 부속품

볼탭, 사다리(등받이 부착 & 관계자와 접근 방지를 위한 잠금장치 부착), 점검구, 강제 베드 및 기초볼트, 부속장치, 벨트 보호덮개, 수조 동파 방지 히터, 히터 온도조절 스위치, 히터 과열 방지용 수위 스위치, 전도도 센서 등 기존 냉각탑과 동일하게 설치한다.

3.3. Piping Velocity & Material

3.3.1. 설계조건

- 1) 배관의 규격을 선정하는 기준은 경제성, 유속에 따른 유수 음 및 침식방지, System water에 함유된 기체의 배출속도 등이다.
- 2) 일반적인 수 배관 System은 배관 내 공기 배출을 고려할 때 관내 유속은 최소 0.5 m/s 이며, 유속을 빠르게 할 때 펌프의 양정이 증가함에 따른 동력비의 증가 및 배관의 침식이 발생하게 된다.
- 3) 관경별 유속 및 저항은 50 mm 이상의 냉수 배관에 적합한 실험식 Hazen-Williams Formula를 적용하여 선정한다. 본 설계는 연간 200일 운전할 경우 연간 운전 시간은 대략 4,800시간으로 예상하여 선정한다. 배관 및 부속 재료는 내구성 및 수질 오염 등을 고려하여 STS 304, 밸브는 SCS 13을 사용한다.

3.3.2. 형식

- 1) 배관 재질은 STS 304이다.
- 2) 냉각탑수 공급 및 환수 압력 및 마찰손실을 고려할 때 배관의 Schedule Number는 공급, 환수 배관 모두 10S이다.

3.3.3. 자동 on / off 밸브(by-pass 배관에 설치)


헬륨 전용 냉각수 Loop 가동 중 냉각탑 고장이 발생할 경우를 대비하여 기존 냉각탑수 배관과 헬륨 냉각수 배관에 by-pass 배관을 설치하여 비상시 유로를 변경하기 위하여 two step 자동 on / off 밸브를 설치한다.

3.3.4. 기타

배관내 에어 배출을 위한 에어 벤트를 적절한 위치에 각각 설치한다.

3.4. 계장 및 자동제어

계장 계기류는 PT, FI, TE, TIC, COND(전도도) 등이 있는데 각 계장 기기

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 30/141 |

들은 설치조건에 맞도록 최적의 위치에 설치하여 다른 장치로부터 영향을 주거나 받지 않도록 설치한다.

3.5. 냉각수 순도(전도도 : $\mu\text{S}/\text{cm}$) 단위


냉각수의 순도(이하 “전도도”라 한다) 단위는 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 를 사용한다.

3.6. 압력단위

냉각수 시스템의 압력단위는 kg/cm^2 를 사용하며 게이지 압력을 의미한다.

3.7. 압축공기 배관

공압식 밸브를 작동을 위한 압축공기 배관을 설치한다.

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 31/141 |

4. 장비 사양 결정

4.1. 냉각탑수 순환펌프

냉각탑수 순환펌프용 전원설비 및 전원케이블 포설을 포함하여 공급전원케이블과 모터의 연결은 전원공사 파트에서 수행한다. 펌프 및 모터 선정은 아래의 내용을 참고하여 최적의 유량, 양정, 열부하 특성을 고려하여 선정한다. 또한 설치하는 펌프에 적합하도록 Pad를 보완 또는 신설하여 설치 한다.

4.1.1. Flow rate

- Main pump : 150 ℓps /대 (9,000 ℓpm /대) \times 2대

펌프는 총 2대를 설치하여 1대를 가동하여 운전하고, 1대는 Stand-by로 한다.

4.1.2. 양정(Head)

헬륨압축기 냉각수 공급 압력이 3.2 kg/cm^2 이상이고, 냉각탑수 펌프양정은 표 4-1, 2와 같이 냉각탑수 설비나 장치의 마찰손실을 계산하였을 때 약 40 m 의 양정이 필요하므로 40 m 로 선정한다.

- Total Head : 40.0 m

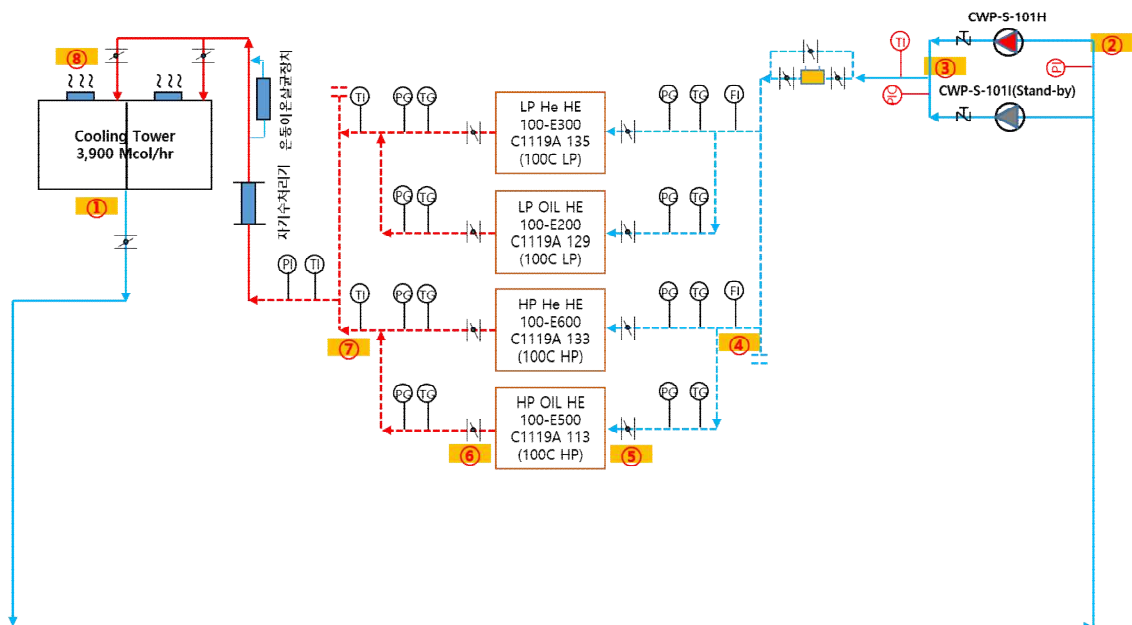



그림 4-1 구간별 마찰손실수두 계산을 위한 flow diagram

표 4-1 구간별 마찰손실수두(유속 : 평균 2.0 m/s)

| 구간 | 유량 | 배관경 | 마찰손실 | 직관길이 | 국부저항상당길이 | 총상당길이 | 손실수두 | 유속 |
|----|----|-----|------|------|----------|-------|------|----|
|----|----|-----|------|------|----------|-------|------|----|

| | | | |
|---|-------------------------------|--|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | | 발행일자: '25.01.23 페이지: 32/141 |

| | (lpm) | (∅) | (mmAq/m) | (m) | 엘보 | 티이 | 밸브 | 체크밸브 | 기타 | (m) | (mAq) | (m/s) |
|-----|---------|-----|----------|--------|--------|--------|------|-------|-------|--------|--------|-------|
| 1-2 | 9,000 | 300 | 10.52 | 22.80 | 60.00 | 46.00 | 2.20 | | 34.90 | 165.90 | 1.745 | 2.05 |
| 2-3 | 펌프 | | | | | | | | | | | |
| 3-4 | 9,000 | 300 | 10.52 | 61.38 | 120.00 | 184.00 | 6.60 | 23.00 | 20.80 | 415.78 | 4.374 | 2.05 |
| 4-5 | 5,700 | 250 | 10.93 | 21.35 | 40.00 | | 1.80 | | 4.00 | 67.15 | 0.734 | 1.88 |
| 5-6 | HRS(HP) | | | | | | | | | | | |
| 6-7 | 5,700 | 250 | 10.93 | 24.23 | 32.00 | | 1.80 | | 4.00 | 62.03 | 0.678 | 1.88 |
| 7-8 | 9,000 | 300 | 10.52 | 77.54 | 120.00 | 184.00 | 8.80 | | 24.40 | 414.74 | 4.363 | 2.05 |
| 8-9 | 냉각탑 | | | | | | | | | | | |
| 합계 | | | | 207.30 | | | | | | | 11.894 | |

표 4-2 펌프양정

| 구분 | 손실정압 | 운전압력 (mAq) | 계산과정 | 비고 |
|----|---------|------------|---|--------------|
| 1 | 냉각탑 out | 0.00 | 냉각탑 초기압력 | |
| 2 | 1.745 | 2.128 | $1.745 - 0.1 + 0.098 + 0.315 + 0.03 + 0.0395 = 2.128$ | 펌프흡입 |
| 3 | 펌프 | 42.128 | $2.128 + 40 = 42.128$ | 펌프토출(양정 40m) |
| 4 | 4.374 | 37.248 | $42.128 - 4.374 - 0.0495 - 0.015 - 0.0676 - 0.015 - 0.1119 - 0.25 + 0.07 - 0.07 - 0.1333 + 0.1361 = 37.248$ | |
| 5 | 0.734 | 37.513 | $37.248 - 0.734 + 0.2255 + 0.7731 = 37.513$ | |
| 6 | 5.0 | 32.513 | $37.513 - 5.0 = 32.513$ | HRS HP |
| 7 | 0.678 | 31.062 | $32.513 - 0.678 - 0.5472 - 0.2255 = 31.062$ | |
| 8 | 4.363 | 26.005 | $31.062 - 4.363 - 0.1361 - 0.1333 - 0.070 + 0.070 - 0.100 - 0.325 = 26.005$ | |
| 9 | 냉각탑 in | 0.00 | | |
| 합계 | 16.894 | | | |



그림 4-2 펌프 운전 그래프

4.1.3. 냉각탑수 순환펌프 사양


- 1) 냉각탑수 순환펌프는 Requirement를 고려하여 헬륨 압축기 입구 압력은 3.2 kg/cm^2 이상 10 kg/cm^2 이하, 유량 150 lps 로 공급할 수 있도록 하여야 한다.
- 2) 위 4.1. 항과 같이 냉각탑수 순환펌프를 선정하였다.

- Main pump : 150.0 lps ($9,000 \text{ lpm}$ /대) \times 1대 (stand-by : 150.0 lps 1대)
- Head : 40.0 m

4.1.4. Pump Selection

표 4-3. Main pump specification

| 번 호 | | CWP-S-101F/G |
|-------|---------------------|-------------------------------------|
| 명 칭 | | Main Pump |
| 형 식 | | 인라인 |
| 수 량 | | 2대 (1대 예비) |
| 펌 프 | 유량 (lpm) | $9,000$ (150.0 lps) |
| | 양정 (m) | 40.0 |
| 전 동 기 | 동력 (kW) | 90 |
| | 전원 | $3Ph, 380 \text{ V}, 60 \text{ Hz}$ |
| 연결배관 | 흡입구 (mm) | 250 |

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 34/141 |

| | | |
|--|----------|-----|
| | 토출구 (mm) | 200 |
|--|----------|-----|

4.1.5. 상세 사양

- 1) 재질은 Casing은 Cast iron, Impeller SSC 13로 하되 펌프의 사양에 따라 변경할 수 있다.
- 2) Pump는 예비 펌프를 구성하고, Fault 시 예비 펌프가 자동으로 기동할 수 있도록 제어시스템을 구축한다.
- 3) 소프트 스타터(soft starter)를 적용하여 모터 기동 전류의 과도한 상승이 방지되도록 한다.

4.2. 냉각탑(cooling tower)

냉각탑은 물이 증발하면서 주위의 증발잠열을 빼앗아 주위를 냉각시키고, 공기는 물의 온도 차에 의한 현열로 냉각되는데 물의 체공시간을 최대한으로 늘리고, 접촉 면적을 최대화하여, 풍량을 증대시켜 물과 공기의 접촉을 최대한 증대시켜서 많은 증발이 이루어질 수 있고, 효율 등을 고려하여 대향류형 개방형 냉각탑을 선정하며 아래의 내용을 참고한다.


4.2.1. Cooling Load

헬륨압축기 cooling load는 3.043 MW(2,616,980 kcal/h) 이며, 여유율 20%를 고려하였다.

- 열부하(kcal/h : 냉각탑이 제거해야 할 부하) = 냉각탑수 순환 수량 ($m^3/h, kg/h$) \times Rang($^{\circ}C$: CWT[Inlet Temperature $37^{\circ}C$ - Outlet Temperature $32^{\circ}C$] \times 비열(J/gK : 1로 계산)
- $3.043 \text{ MW} \times 1.2(\text{System Loss \& Safety Factor}) = 3.65 \text{ MW} = 3.6 \text{ MW}$
 $= 3,096,000 \text{ (kcal/h)} = 793.846 = 800 \text{ RT}$

표 4-4. Cooling Tower 사양

| Item No. | CT-S-101F |
|-------------------|---|
| Type | 대향류형 냉각탑 |
| Q'ty | 1 |
| Capacity (Mcal/h) | 3,096 |
| Water Flow (lps) | $150.0 \text{ lps} / 2 = 75 \text{ lps} \times 2 \text{ set}$ |

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 35/141 |

| | |
|--------------------------|---|
| In/Out Water Temp.(℃) | 37 / 32 |
| Inlet pipe (mm) | 200 × 2 |
| Outlet pipe (mm) | 300 |
| Drain pipe size (mm) | 80 |
| Over flow pipe size (mm) | 80 |
| 케이싱 Material | Z-725 아연도금 케이싱(도금 함유량 725g/m ²) |
| 수조 Material | STS304 |
| 기타 | 수조 히터 |

4.3. 컨트롤 체크밸브

컨트롤 체크 밸브는 아래 표의 내용을 고려하여 선정한다.


표 4-5. 컨트롤 체크밸브 사양

| 구 분 | | 내 용 | 비 고 |
|--------------------------|-----|-----------------------------------|-----|
| 압력 (kg/cm ²) | | 10 이하 | |
| 온도 (℃) | | 100 이하 | |
| 기 능 | | 역류 및 햄머리스 체크 발란싱 개폐 by-pass | |
| 재 질 | 본체 | GCD 450 | |
| | 시트 | BC6 | |
| | 디스크 | EPDM | |
| | 스프링 | Stainless steel | |
| 특징 및 선택사항 | | 내부 특수코팅, indicator 부착 | |

4.4. Suction diffuser

Suction diffuser는 아래 표의 내용을 고려하여 선정한다.

표 4-6. Suction diffuser 사양

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 36/141 |


| 구 분 | | 내 용 | 비 고 |
|--------------------|-----|--|-----|
| 압력 (kg/cm^2) | | 10 이하 | |
| 온도 ($^{\circ}C$) | | 100 이하 | |
| 기 능 | | 펌프흡입 부분 냉각탑수를 균일한 유속 분포로 유지하여 안정된 펌프 작동 | |
| 재 질 | 본체 | GCD 450 | |
| | 스크린 | stainless steel | |
| 특징 및 선택사항 | | <ul style="list-style-type: none"> - Vane 설치 위치가 스크린 내부가 아닌 출구 측에 설치 - 내부 스크린의 청소 여부 확인 가능 (Intelligent element) - Quick-changable hinge 부착 - 자석 내장 - 내부 특수코팅 | |

4.5. 자동 on/off 밸브(XV)

XV 밸브는 아래 표의 내용을 고려하여 선정 및 설치 한다.

표 4-7. 자동 on/off 밸브 사양

| 구 분 | | 내 용 | 비 고 |
|--------------------|------------------|--|-----|
| 압력 (kg/cm^2) | | 10 이하 | |
| 온도 ($^{\circ}C$) | | 100 이하 | |
| 기 능 | | 기존 냉각탑수와 헬륨 전용 Loop 간 by-pass 배관에 설치 | |
| 재 질 | Bode | Ductile cast iron | |
| | Disc & Stem 및 기타 | Stainless Steel | |
| | Gasket | Graphite | |
| 특징 및 선택사항 | | <ul style="list-style-type: none"> - XV는 수동핸들 부착형, 현장에서 Open/Close 확인 가능 - 액추에이터는 자장 및 노이즈에 오동작 등의 영향이 없을 것(공압식 액추에이터) - 2-step, 듀얼 솔밸브 타입(또는 control 밸브 사용) - 설치 각도에 제한이 없을 것 | |

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 37/141 |

4.6. 차압밸브(DPV)

4.6.1.1. 사양

펌프 전후의 차압 즉 펌프의 양정으로 선정하였고, DPV로 By-pass 되는 냉각탑수 수량은 최대 70 ℓps 이하가 되도록 한다. 단, (DPV 설치 위치는 시공전 감독원과 협의하여 감독원이 지시하는 위치에 시공한다.

표 4-8. 차압밸브 사양

| 밸브 명칭 | 수량 | 단위 | 유량 (ℓpm) | 차압 (kg/cm^2) | 구경 (mm) | 비고 |
|-------|----|----|---------------------|---------------------|----------------|-----------------|
| DPV | 1 | 개 | 4,200 | 2.0 | 150 | 70 ℓps 이하 |

4.7. 계장 계기

계장 계기는 첨부 도면의 P & ID 및 ISO에 표기된 부분에 설치하며, Tag No.도 도면과 같다.(다만 감독원의 요청에 경우 변경 가능하다.)

4.8. 배관

- 1) 배관자재는 STS 304 이상 또는 그 이상의 화학적 물리적 특성의 재질을 사용한다.
- 2) 냉각수 공급 부분의 압력은 약 3.0 ~ 10.0 kg/cm^2 이고, Suction 부분은 약 0.3 ~ 1.0 kg/cm^2 이므로 압력에 적합한 두께의 배관과 밸브 등을 선정한다.
- 3) 배관의 보온은 신설, 증설, 보수되는 배관의 전체를 실시한다.
- 4) 수직 배관에 Air vent, Drain valve를 설치할 때 반드시 Pocket을 설치한다.


4.9. 운전 방법

4.9.1. 펌프 운전 방식

4.9.1.1. 예비 펌프 자동기동 제어

펌프 가동은 평상시 Main 펌프 1대를 가동하고, 가동 중인 펌프가 기계적 이상 현상으로 정지하면 예비 펌프가 자동으로 7초 이내 가동하여야 한다.


4.9.2. 냉각탑수 공급 온도, 압력, 유량 감시

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 38/141 |

냉각탑수 공급 배관에는 온도, 압력을 감시하기 위하여 센서를 설치하고, DCS에서 상태의 감시 및 이력을 확인할 수 있고 인터록을 설정하여 Alarm 이 울리도록 한다. 유량은 기설치된 유량계의 유량과 신설 유량계 유량이 DCS 운전화면에 통시 표출되도록 한다.

4.9.3. 냉각탑 팬이나 모터 고장 시 운전 방식

1) 냉각탑의 팬이나 모터 등의 고장으로 요구되는 열부가 제거가 불가능할 경우를 대비하여 기존 냉각탑수 header에서 헬륨 전용 냉각수 loop 사이에 설치된 by-pass 배관의 자동밸브를 동작을 통해 기존 냉각탑수로 헬륨 loop 에 냉각탑수를 공급할 수 있도록 한다. 이때 자동밸브는 자동제어프로그램에 의한 오토 동작 모드와 인력에 의한 수동 모드를 선택적용할 수 있어야 한다.

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 39/141 |

5. 배관 작업

5.1. 일반사항

5.1.1. 적용 범위

- 1) 본 시방은 HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축의 내역 및 시방에서 지정한 배관재료, 부속품, 밸브류 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 호칭 경은 Millimeter로 하고 기호(A)를 사용한다.

5.1.2. 규격

모든 HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축은 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


5.1.3. 승인 문서류

배관작업 다음의 도면 및 문서류에 따라 설치되어야 한다.

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

5.1.4. 운반, 저장, 보호

- 1) 운반 및 저장된 제품들은 안전한 장소 및 제품이 손상되지 아니하는 장

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 40/141 |

소에 설치 전까지 보관되도록 한다.

2) 배관자재는 반입 시 유분 등 불순물을 제거(Acid 세정)하고 배관의 끝에는 중단 보호 캡을 씌워서 오염되는 것을 방지한다.

5.2. 배관재료

5.2.1. 일반사항

HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축을 위한 모든 배관자재는 본 장에서 규정된 제품에 따른다. 단, 패키지 아이템이나 Vendor가 시공하는 배관재는 감독원의 승인을 받은 후 공급자의 스펙(spec)에 따른다. 또한, 모든 배관자재는 신품으로 깨끗하게 청소된 것으로 사용하여야 한다.

5.2.2. 배관재료 및 부속류

1) 배관재료 및 부속류의 규격은 스테인리스 강관(STS304, STS304L)의 무용접관(Seamless) 및 용접관(ERW, EFW)을 사용한다.

2) 본 제작 설치에 사용되는 배관재료 및 부속재는 다음 표에 따른다.


표 5-1. 배관재료 및 부속재

| 명 칭 | 규 격 | | 비 고 |
|-------------|--------|----------|------------------------------|
| | 번 호 | 명 칭 | |
| 냉수, 냉각탑수 배관 | SCH 10 | STS 304 | 10kg/cm ² 이하의 배관 |
| | SCH 20 | STS 304 | 10~20kg/cm ² 의 배관 |
| 냉각수(DI) 배관 | SCH 10 | STS 304L | 10kg/cm ² 이하의 배관 |
| | SCH 20 | STS 304L | 10~25kg/cm ² 의 배관 |
| 순수 보급수 관 | SCH 10 | STS 304L | 10kg/cm ² 이하의 배관 |
| | SCH 20 | STS 304L | 10~20kg/cm ² 의 배관 |
| 압축공기, 질소 | SCH 10 | STS 304 | 10kg/cm ² 이하의 배관 |
| | SCH 20 | STS 304 | 10~20kg/cm ² 의 배관 |

3) 40A 이하의 접합은 소켓 용접, 50A 이상은 Flange(slip-on)를 사용한다. 다만, 위치 및 장소에 따라 설계 문서에 따로 규정된 경우는 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 받은 후 EPDM(Ethylene Propylene Diene Monomer)을 사용할 수 있다.

5.2.3. 밸브류

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 41/141 |

모든 밸브류는 사용 압력에 적합한 등급을 사용하여야 하며, 유체가 접하는 부분의 재질은 다음을 원칙으로 한다. 다만, 위치 및 장소에 따라 설계 문서에 따로 규정된 경우는 그에 따른다.

- 1) 5-1 Check, Suction Diffuser 등은 일반적인 재질(Carbon Steel)의 기본 사양을 사용한다.
- 2) 냉수, 냉각탑수, N₂ Gas, Air 배관은 STS 304 재질의 사양을 사용한다.
- 3) 밸브류의 재질(STS304, STS304L) 및 사양은 발주처에서 이미 사용되는 것과 같은 제품 또는 설계문서(설계도면, 시방서, 계약 내역서) 전체를 검토하여 감독원의 승인을 받은 제품으로 한다.

5.3. 배관 시공


5.3.1. 준비

- 1) 배관 작업 전에 Shop Drawing을 작성하여 감독원의 승인을 받은 후 시공한다. Shop Drawing 작성은 유지관리 측면과 타 공정 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) 배관과 장비를 연결할 수 있도록 플랜지 또는 유니온을 설치한다.
- 5) 배관공이 배관을 틀리게 연결하는 것을 막기 위하여 시스템별로 표식을 하여 구분 관리하여야 한다.
- 6) 실내의 배관 작업은 먼지, 분진, 불순물 등이 확산하지 않도록 밀폐된 작업실을 구축하고, 충분히 보양을 갖춘 후 작업을 수행한다. 또한 먼지 및 분진이 발생할 우려가 있는 작업은 진공청소기, 배기 시설을 갖춘 후 작업을 수행하여야 한다.

5.3.2. 배관 시공

1) 접합 및 설치

- 배관의 배열은 도면에 지시된 것과 같아야 한다. 실제 현장 조건이나 혹은 다른 이유로 인하여 상세 도면을 변경할 때는 감독자의 승인을 받은 후에 해야 한다.
- 배관의 접합은 원칙적으로 용접(TIG) 접합 및 플랜지 접합으로 하며

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 42/141 |

50A 미만에서는 필요에 따라 감독원의 승인하에 나사 접합을 할 수 있다.

- 배관을 스펙이 다른 기기에 결합할 경우, 최초의 게이트밸브까지의 배관은 관을 포함하여 높은 등급의 스펙에 따르는 것으로 한다. 또한, 체크밸브가 게이트밸브의 하류에 있는 경우 이 체크밸브는 높은 등급의 스펙에 따른다.

- 나사 연결부분은 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 때는 시공자가 설치해야 한다.

- 시공 시 다음 사항에 대해서는 감독원의 입회하에 시공하여야 한다.

- 배관 내의 청소
- Orifice Plate의 삽입
- Slip on Flange의 내면 용접
- Blind Plate의 삽입
- 내압 기밀 테스트

- 배관의 세척은 사용 유체에 따라 맞는 세척 방법을 택하여 완전히 세척하여야 하며 세척 후 발생하는 폐기물은 특정 폐기물 처리 방법에 따라 처리되어야 한다.

- 내압 테스트 및 Flushing에 사용하는 개스킷 중 해체 후 재조립해야 하는 부위는 본 작업용 개스킷을 사용하지 않고 Temporary 개스킷을 사용한다.

- 가공 면의 녹 방지를 위하여 도포된 방청제는 용접 및 설치 전 제거한다.


2) 절단

- 배관 및 부속 유는 기계 절단 또는 그라인더, 줄 등에 의해 예리하게 절단하여야 한다.

- 가스절단, 아크절단 또는 합금강의 토치 절단 등으로 절단하는 경우는 절단면의 단면을 2 mm 정도 가공하여 평활하게 하여야 한다.

- 고속그라인더 절단기의 날은 Austenite Stainless 강용과 탄소강용을 구분하여 각기 절단하고자 하는 재질에 적합하게 제작된 날을 사용한다.

- 배관을 파이프 카터를 사용하여 절단할 때는 내면을 리머 또는 줄로 마감한다.

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 43/141 |


- 스테인리스강의 절단은 관 내벽에 문제가 없도록 조치가 가능한 경우엔 플라즈마 제트(Plasma Jet)로 절단할 수 있다.

3) 용접

용접에 대한 사항은 용접 시방서에 따른다.

4) 제작 및 설치

- 배관의 제작은 운반과 설치를 고려하여 적절한 Piece로 제작되어야 한다.
- 배관재료를 운반할 때는 내부에 토사 등의 이물질이 들어가지 않도록 충분한 보호 대책을 마련한다.
- 가공 면은 손상을 방지하는 데 필요한 조치를 해야 한다.
- 배관을 제작, 설치할 때는 그것에 필요한 재료가 도면 및 시방서에 적합한 것인가를 확인한 후 시공한다.
- 배관은 설치전에 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.
- 배관 설치 시에는 타 작업 또는 시설에 대해 방해나 손상을 주지 않도록 해야 한다.
- 밸브를 설치할 때는 내부를 청소한 후 반드시 닫은 상태로 설치하여야 한다.
- 밸브의 내부가 용접 및 열처리 때문에 영향을 받을 우려가 있는 경우에는 밸브를 해체하여 시공하여야 한다.
- 밸브 등과 같이 조작이 필요한 부품의 핸들은 조작이 쉬운 위치가 되도록 한다.
- 플랜지의 연결 시에는 중심 또는 플랜지 면의 평행상태를 확인하고 볼트가 일치하도록 접속한다.
- 플랜지 볼트 구멍의 방향은 특히 지정하는 것을 제외하고는 중심선을 중심으로 대칭이 되도록 하며 동서남북의 방향이나 수직, 수평과 볼트 구멍이 일치하지 않도록 한다.
- 나사부의 Seal 용접은 나사부를 휘발유 등으로 잘 씻어 충분히 건조시킨 후 Paste 기름 등을 일절 바르지 않고 충분히 나사를 끼운다. 또한, Seal 용접부는 많은 나사가 남지 않도록 하며 보강용접을 한다.
- 배관의 수평, 수직 및 관의 상호 평행 간격은 Level Transit, 수준기 등을

| | | |
|---|--------------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 44/141 |

사용하여 정확히 시공한다.

- 개스킷의 체결 시 과도한 힘(torque)을 가하여 개스킷이 손상되지 않도록 해야 한다.
- 배관 지지대는 배관 Support와 Hanger 및 상세도에 따라 제작 설치한다.
- 배관 설치 시 Condensing이나 Air pocket이 발생하지 않도록 시공하여야 하며, 보온이 적용되는 배관은 보온의 두께를 고려하여 계기류에 대한 Protection을 충분히 검토한다.
- 이중 자재의 플랜지 접합은 A 플랜지 + 절연 스페이스 + B 플랜지를 절연 볼트/너트를 사용하여 연결한다.

5) 검사

- 검사의 종류
 - 배관 사양의 준수 여부 검사
 - 직선도, 수직도, 표준도 및 제시 도면 준수 여부 검사
- 당 제작 설치에 필요하다고 인정하는 시점에 검사할 수 있다.


6) 기타 사항

- 본 제작 설치 중 타 시설물에 대한 파손이 있을 때는 파손한 자가 책임을 지고 원상 복구하여야 한다.
- 중요 시설물 근처를 통과할 때나 매설할 때는 감독자의 사전 승인을 받은 후에 시행하여야 한다.
- 제작 설치 중 동원된 시공자 소속 모든 인원에게 대한 재해보상을 시공자가 진다.
- 안전 작업 규칙 및 기타 안전 수칙은 준수해야 한다.
- 시공자는 매일 작업 완료 후 작업장 내외를 청결히 정돈하여야 하며 장비 및 자재 관리를 철저히 하여 작업의 혼잡성을 피하여야 한다.

5.4. 배관 청소

5.4.1. 일반사항

배관의 청소 방법 선택은 유체 종류별, 관 재질, 관의 내면 상태 등을 고려하여 실시하며, 공급자의 사양 및 적용 기준이 있는 경우 그에 따른다. 또한 작업의 특성상 추후 시운전을 고려하여 Utility 자체에 의한 순환 운전이 가능하도록 가배관(Permanent Type)을 설치, 또는 설치할 수 있도록 시공

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 45/141 |

한다.

5.4.2. 청소 방법

제작 설치의 특성 및 구조상 화학세정은 어렵다. 따라서 현장 특성에 맞게 시수 및 순수를 이용하여 세정 작업을 행하고 산세 작업(Chemical Cleaning)을 행한 후 입고한다.

5.4.3. Blow Down

1) 배관 작업을 완료한 후 관내의 유기 고형물을 제거하기 위하여 시운전을 실시하기 전에 임시 가설 배관과 에어컴프레서 또는 관 내부를 압축공기로 청소하여 배출하여야 한다.

2) Blow Down 작업은 최소 2회 이상 연속으로 감독원 입회하에 실시하여야 한다.

3) Blow Down 작업 시에는 장비 입·출구 밸브를 잠그고 가설용 우회 배관으로 통기 되도록(적절한 위치에 drain 밸브 및 관로 설치) 하여 작업하도록 한다.

4) 모든 DI Water Piping은 Blow Down 작업 후 알코올을 이용하여 세정 후 시공한다.

5) Blow Down 작업에 사용하는 장비 및 기타 모든 비용은 시공자 부담으로 한다.

5.4.4. Flush Down


1) 배관 작업을 완료한 후 관내의 유기 고형물을 제거하기 위하여 시운전 전에 임시 가설 배관과 펌프를 가설하여 관 내부를 유수로써 청소하여 배출하여야 한다.

2) Flush Down 작업은 최소 2회 이상 연속으로 감독원 입회하에 실시하여야 한다.

3) Flush Down은 깨끗한 물을 사용하여 실시하여야 하며, DI Water를 사용하는 Piping System의 최종 Flushing 작업은 반드시 DI Water를 사용하여 실시하여야 한다.

4) 1차 Flush Down 작업 시에는 장비 입·출구 밸브를 잠그고 가설용 우회 배관으로 유수 되도록 하여야 하며, 1차 Flush Down이 완료된 후 다음 2차 작업을 시행하여야 한다.

5) Flush Down 작업에 사용하는 장비 및 기타 모든 비용은 시공자 부담으로 한다.

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 46/141 |

로 한다.

5.5. 배관의 화학세정

5.5.1. 일반사항

- 1) 본 제작 설치의 STS 304 및 STS 304L 등의 오스테나이트(Austenite)계 스테인리스강 배관 시스템의 화학세정(Chemical Cleaning)에 적용한다. 산세의 목적은 관내에 생성된 스케일, 유분, 기타 오염물을 제거하여 청정한 표면을 유지하고 2차 오염을 최대한 방지하는 데 있다.
- 2) 산세 작업은 자격을 갖춘 외부 전문 업체에서 시행 후 배관 내 약품을 완전히 제거하고 개방된 부분은 비닐 등으로 밀봉하여 현장에 반입되어야 한다.

5.6. SHOP DWG 작성

5.6.1. 목적

공학설계 및 시공은 일반적인 건축물의 설비설계 및 제작 및 설치와 달리 실험 장치를 위한 시설로써 장치와의 인터페이스(Interface)가 복잡하여 추후 연결 위치 변경의 소지가 크고 Utility의 복잡성으로 인하여 입체적인 도면화 및 최적화가 필요하다.

5.6.2. 업무 범위

- 1) 부하계산이 필요하지 않고 시스템 등의 단순한 위치, 경로 등이 변경되는 경우 현장 여건을 고려한 도면화 및 정리를 한다.
- 2) 시공 전 타 공정에 간섭되는지를 사전에 검토하여 최적화된 시공이 가능하게 하여 작업의 품질관리, 원가관리가 될 수 있도록 한다.

5.6.3. 기술자 등급


현장 shop drawing은 시스템 난이도에 따라 건설 부분 고급 기술자 또는 중급기술자가 현장에 상주하여 작성하여야 한다.

5.7. Piping Material Specification

5.7.1. 일반사항

1) 업무 범위

본 시방은 HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축(Material : STS 304)에

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 47/141 |

사용되는 배관재료의 품질에 관하여 규정한다.

2) 적용 범위

본 시방은 Piping and Instrument Diagram(이하 P & ID라 한다.)에 나타나는 배관재료(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 제1 밸브(주관과 계장기기와 접속하는 계장 연결 배관에 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 관련 규격에 의해 설계, 제작, 용접, 열처리(필요시), 시험 및 검사를 한다. 규격에 관한 규정이 없는 경우에는 국산 최상품을 선정하여 감독원 승인을 받은 후 사용한다.
- 별도의 지시가 없는 한 기술된 규격은 최신판을 사용한다.

5) 단위

도면과 자료에 사용하는 단위는 별도의 지시가 없는 한 메트릭(Metric), 킬로그램(kilogram) 및 셀시우스(Celsius)를 사용한다. 단, 배관의 호칭 경은 밀리미터(millimeter)로 하고 기호(A)를 사용한다.


5.7.2. 배관재

파이프(Pipes)는 오스테나이트 계 스테인리스(Austenitic Stainless) 강관으로서 KS의 관련 규정에 따른다.

5.7.3. 밸브(Valves)

1) 일반사항

- KS 밸브의 표시 통칙은 KS 해당 기준에 따르며, 사용 유체 및 온도에 적합한 것으로서 유체가 접하는 부분의 재질은 배관 재와 동일한 STS 304를

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 48/141 |

원칙으로 한다. 다만, 제어용 밸브류는 일반적인 재질(Carbon Steel)의 제품을 사용하고, 위치 및 장소에 따라 설계 문서에 따로 규정되었을 때 그에 따른다.

- 40A 이하의 단조밸브는 JPI의 관련 규정에 따르고, 50A 이상의 플랜지형 밸브는 KS 또는 JIS의 관련 규정에 따른다.

- 기타의 모든 밸브류는 KS 해당 규격을 기준으로 하되 제조국이 국내가 아닌 경우는 관련 국제규격에 적합한 제품으로서 감독원의 승인을 받은 제품으로 한다.

- 밸브의 면 간 수치

- KS 밸브의 면 간 수치는 KS 관련 규정에 따른다.

- 맞대기 용접형 밸브의 면 간 수치는 양단이 관의 두께와 일치하도록 제작되어야 하며, 개선 가공은 연결 파이프의 규격 또는 ANSI의 관련 규정에 따른다.

- 소켓(Socket) 용접형 밸브의 연결부는 KS 규정에 따르는 강제 삽입 용접식 관 이음쇠의 가공 규격에 적합한 제품으로 한다.

- 보닛(Bonnet) 개스킷

개스킷의 재질은 별도의 지시가 없는 한 설계 도면에 각각의 재질 구분(Material Class)에서 규정한 재질과 동등한 것으로 한다.

2) 게이트밸브

밸브 스템이 위로 올라오는 제품으로 핸드 휠, 외부 스크류, 싱글 웨지 또는 디스크형으로 하고 40A 이하는 소켓 용접, 50A 이상은 플랜지형 OS & Y 밸브로 한다.


3) 글로브밸브

밸브 스템이 위로 올라오는 제품으로 핸드 휠, 외부 스크류, 디스크형으로 하고 40A 이하는 소켓 용접, 50A 이상은 플랜지형으로 한다.

4) 버터플라이밸브

버터플라이밸브는 국내·외 최고 수준 또는 동급에 해당하는 제품이어야 하며 다음 사항에 적합하여야 한다.

- 버터플라이밸브는 50A 이상의 수 배관에 적용하며, 플랜지의 규격은 KS의 규정에 따른 10 kg/cm² 및 40 kg/cm² 제품 또는 ANSI 관련 규정에 따르는 양방향 웨이퍼(Wafer) 타입의 기어 작동식으로서 관련 규정에 따라 시

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 49/141 |

험한 것으로 한다.

- Body 및 Disc는 사용처에 따라 SCS13A 및 EPDM 또는 SCS14 및 PTFE로서 API 또는 API 관련 규정에 따른다. 단, Body의 경우 위치 및 장소에 따라 발주처의 사용승인 후에 알루미늄 재질을 사용할 수 있다.
- Raised seat 가 ISO 5208 rate A에 의한 Zero Leakage가 가능해야 한다.
- Seat ring은 유지보수의 편리성을 위해 쉽게 시트의 교환이 가능해야 하며, 벗겨짐 현상 방지를 위한 Firmer grip이어야 한다.
- Kick open 현상 없이 Disc hold가 가능해야 한다.
- Metal Ling을 이용한 Self-aligning stem seal이 가능해야 한다.

5) 자동 공기 빼기 밸브

- 밸브는 KS의 관련 규정에 적합한 것, 또는 자동으로 공기를 추출하는 기능을 가진 것으로 한다.
- 밸브의 몸체는 되도록 스테인리스 스틸을 사용하고, 벨로우즈는 스테인리스 스틸, 플로트는 스테인리스 스틸 또는 황동으로 제작된 것으로 한다.


6) 볼 밸브

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

7) 자동 on/off 밸브(XV)

버터플라이밸브는 국내·외 최고 수준 또는 동급에 해당하는 제품이어야 하며 다음 사항에 적합하여야 한다.

- XV는 80℃ 이하의 수 배관에 적용하며, 플랜지의 규격은 KS의 규정에 따른 10 kg/cm² 제품 또는 ANSI 관련 규정에 따르는 양방향 웨이퍼(Wafer) 타입의 자동밸브로서 관련 규정에 따라 시험한 것으로 한다.
- Body 및 Disc는 사용처에 따라 SCS13A 및 EPDM 또는 SCS14 및 PTFE로서 API 또는 API 관련 규정에 따른다. 단, Body의 경우 위치 및 장소에 따라 발주처의 사용승인 후에 알루미늄 재질을 사용할 수 있다.
- Raised seat가 ISO 5208 rate A에 의한 Zero Leakage가 가능해야 한다.
- Seat ring은 유지보수의 편리성을 위해 쉽게 시트의 교환이 가능해야 하며, 벗겨짐 현상 방지를 위한 Firmer grip 이어야 한다.

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 50/141 |

- Kick open 현상 없이 Disc hold가 가능해야 한다.
- Metal Ling을 이용한 Self-aligning stem seal이 가능해야 한다.
- 액추에이터는 고온, 자장, 노이즈에 의해 오동작하지 않는 구조여야 하며, 설치 및 유지보수가 쉬워야 한다.

5.7.4. 플랜지(Flange)

1) 규격

플랜지는 KS 또는 JPI 관련 규격에 따라 제작된 STS 316L, STS304L 재질의 것으로 한다. 플랜지용 볼트 및 너트는 절연용 볼트 및 너트, 와셔를 사용한다. 이중 자재의 플랜지 접합은 A 플랜지 + 절연 스페이서 + B 플랜지를 절연 볼트 및 너트를 사용하여 연결한다.

2) 플랜지면 가공

별도의 지시가 없는 한 강재 플랜지 면의 거칠기 처리는 해당 규격의 규정에 따라서 하도록 한다. 단, RF 플랜지의 면 가공은 125에서 250 마이크로 인치(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 끝단 처리

부득이 Welding neck 플랜지를 사용하는 경우 끝단 처리는 해당 플랜지의 규정에 따르되, 규정이 되어 있지 않을 때는 ANSI/ASME의 해당 항목에 따른다. welding neck 플랜지의 내경은 연결 배관 또는 피팅이 내경에 따라야 하며 두께 차이는 1.6 mm까지 허용된다. 연결되는 두 부품 사이의 두께 차이가 1.6 mm를 초과할 때는 두꺼운 쪽을 ANSI/ASME의 규정에 따라 테이퍼 가공을 해야만 한다.

5.7.5. 개스킷(Gasket)

본 제작 설치에 사용되는 모든 개스킷은 KS 또는 JPI 관련 규격에 따른다.


5.7.6. 부속 류(Fittings)

1) 규격

모든 배관 부속 유는 KS의 관련 규격에 따라 제작한다.

2) 맞대기 용접형 피팅

맞대기 용접형 피팅의 끝단 처리는 해당 KS규격의 규정에 따르되 규정이

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 51/141 |

없는 경우에는 ANSI/ASME의 관련 규정에 따른다. 맞대기 용접형 피팅의 두께가 관 두께보다 크고 이로 인한 연결부의 내면 어긋남이 1.6 mm를 초과할 때는 피팅을 ANSI/ASME의 관련 규정에 따라 테이퍼 가공을 해야 한다.

3) 분지관

계장용 연결 배관, 드레인(Drain) 및 에어벤트(Air vent)를 포함한 모든 지관을 분지(Branch Connection)라 하며, 이것의 설계기준은 해당 배관라인의 특성, 제작자의 제조 범위 또는 해당 규격의 규정을 따라야 한다. 분지는 아래 항목을 제외하고는 stub-in으로 하고 필요하다면 보강하도록 한다.

- 압력과 관계없이 2단계 치수까지의 분지는 티(Tee)를 사용하도록 한다.
- 1.1/2B 이하의 분지는 설계 시부터 보강이 된 분지 피팅류[보스, 하프 커플링(Half Coupling)] 또는 티(Tee)를 사용한다.
- 분지의 주기적인 유체 변동으로 온도 변화 등이 발생하는 것에는 특별한 고려를 해야만 한다.

5.7.7. 체결용 볼트·너트(Bolts and Nuts for flange)

STS 배관 체결용 Bolt 및 Nut는 절연용 볼트/너트(SS400+절연재)를 원칙으로 한다. 다만, 발주자의 요구가 있을 때는 장비의 특성 및 현장 여건에 따라 배관 재질과 동종의 볼트/너트 사용을 하여야 한다.

5.7.8. 스테드 볼트

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


5.7.9. 절연용 와셔(Washer)

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

5.7.10. 절연용 슬리브(Sleeve)

볼트의 절연에 사용되는 절연용 슬리브는 테프론 또는 PE 재질 사용을 원칙으로 하되, 테프론 또는 PE 재질의 사용이 불가능한 경우 감독원의 승인을 받은 후 동등 성능의 절연슬리브를 사용할 수 있다.

5.7.11. 배관 지지대(support)

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 52/141 |


층간 변위 및 수평 방향의 응력을 검토하고, 필요할 때에는 좌굴 응력에 대해서도 검토한다. 지지 구간 내에서 관의 중간이 처지거나 진동이 발생하지 않도록 행거 또는 지지 철물을 써서 적절한 간격으로 지지 고정한다. 지지 간격은 아래 표에 따른다. 동관 및 스테인리스 강관의 밴드, 지지 철물류는 관과 직접 닿지 않도록 관과의 사이에 적절한 절연재를 사용한다. 지지구조물의 재질은 다음과 같다.

- 1) 배관 지지대는 주장치설의 경우 STS 재질을 사용한다.
- 2) 주장치설을 제외한 부분에는 steel 재질을 사용하여도 무방하다.
- 3) 주장치설에 설치되는 배관 지지대는 건물 및 구조물과 절연이 되도록 절연판과 절연 와셔를 사용하여야 하며, 절연 재료는 감독원의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

표 5-2. 지지구조물 간격

| 배 관 | 적 용 | 간 격 | |
|-----|---------|---|--|
| 수직관 | 스테인리스강관 | - 각 층에 1개소 이상 | |
| 수평관 | 스테인리스강관 | - 관 지름 20 mm 이하 - 관 지름 25 ~ 40 mm 이하 - 관 지름 50 mm - 관 지름 65 ~ 100 mm - 관 지름 125 mm 이상 | - 1.0 m 이내 - 1.5 m 이내 - 2.0 m 이내 - 2.5 m 이내 - 3.0 m 이내 |

- 4) 수직 관의 하단부는 관의 총중량에 의하여 하단부 곡관의 처짐 또는 곡관의 자중에 의해 수직 관의 하단이 이완되어 밑으로 내려가지 않도록 지지 철물 콘크리트의 받침대로 고정한다.

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 53/141 |

6. 용접 작업

6.1. 일반사항

6.1.1. 적용 범위


- 1) 본 시방은 HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축의 기계 구조물, 관류 등의 제작 및 설치에 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 “용접 제작 및 설치시공 기준”에 따른다.

6.1.2. 용접재료 및 절차

용접 작업 재료는 특별한 지시가 없는 한 KS 관련 규정에 따른다. 단, KS에 명시가 없는 사항은 JIS나 ANSI 등의 관련 규정에 따른다.

6.1.3. 공정계획서

- 1) 용접 작업량과 설비 능력을 기본으로 하여 전체 공정을 결정하며, 상세한 공정계획을 수립한다. (공정표, 인원 배치표, 가공 표 작성 및 공작법을 결정할 것)
- 2) 공정표에는 완성 예정일, 재료와 부품의 구매 시기를 표시하고, 작업 구분별 공정표를 모아서 용접 소요 공수표를 만들어 작업량의 평균화를 도모한다.
- 3) 인원 배치표는 각 구조의 블록별로 설비 능력을 고려하여 작업기간 중의 소요 인원 변동이 적게 되도록, 조립 관계자와 협의하여 결정한다. (인원 변동이 많아지면 각 공정 간의 공정이 길어져 능률을 저하하게 되므로 좋지 않다.)
- 4) 공작법은 각 구조의 설계도에 따라 상세하게 수립한다. 이를 위해 가스절단 조건, 흠 및 용접 조건의 결정, 용접법의 선택, 용접순서의 결정, 변형제거 방법의 선정 및 열처리 방법 등을 결정한다.
- 5) 용접 전의 재료 가공 요령에 대해 재료 치수별로 절단과 흠 가공의 예정표를 작성한다.
- 6) 용접의 성공 여부는 용접 전의 준비 정도에 달려있으므로, 재료, 용접봉, 지그, 조립, 가 용접, 흠의 가공과 청소 작업 등에 대한 준비를 철저히 하도

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 54/141 |

록 한다.

7) 기타 용접에 대한 관리는 용접 관리표를 작성하여 시행토록 한다.

8) 도급자는 용접작업표준(WPS : Welding Procedure Specification)과 절차 인정기록서(PQR : Procedure Qualification Record)를 작성, 제출하여 발주자의 승인을 받아야 한다.

6.2. 참고 자료

6.2.1. ASME Section IX

6.2.2. AWS D1.1 (American Welding Society D1.1)

6.3. 책임 사항

도급자는 각 현장에서 사용하는 WPS 및 관련 PQR이 작업요건에 적합한지 확인하여야 할 책임이 있다.

6.4. 용접공

HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축의 용접공은 발주처에서 요구하는 기능검사에 합격하여야 한다.

6.4.1. 용접사 자격시험 요청

시제작 및 설치는 용접사 자격시험 요청서(Welder Qualification Test Schedule)를 작성하여 사전 발주처의 승인을 받아야 한다.

1) 용접사 자격시험 입회 요청서

2) Welder Qualification Test Schedule

3) 용접사 이력서

4) 용접 절차서


6.4.2. 용접사 자격시험

용접사 자격시험은 테스트 시편을 마련하여 용접자세(예 : 6G), 용접방법(GTAW) 등이 기술된 용접작업표준(WPS)과 용접 절차서에 의한다.

6.4.3. 용접사 자격시험 결과

용접사 자격시험 테스트 시편은 육안 검사, 비파괴검사를 하여 합격판정을 받은 용접사에게 자격을 부여한다.

- 용접사 기량 시험 결과

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 55/141 |

- 용접사 자격 인증 기록서
- 방사선 투과 검사보고서

6.5. 용접봉

6.5.1. 용접봉의 기호와 종류

1) 표기법(EX: KS E 4316)

KS E 00 X △

전극 Electrode의 약자 ↑ 용접자세 피복제와 전원의 특성
최저인장강도

용접자세 : 1. 전 자세 2. 수평 및 아래보기 자세 3. 아래보기 자세
4. 전 자세 또는 특정 자세

2) 종류


각종 용접봉의 종류와 그 특성은 다음과 같다.

표 6-1. 용접봉의 종류 및 특성

| 종 별 | 피복제 계통 | 용 도 |
|-----------------------|---------|---|
| 연 강 용 | 일루미나이트계 | 조선 등 중요구조물 압력기용 고압 boiler 연강 일반 용접용 |
| | 라임티타니아계 | 연강 일반 용접용, 자동용접 가용접용 |
| | 셀룰로오스계 | Pipe 및 일반 구조물 용접용, 박판 용접용 |
| | 고산화 티탄계 | 일반 구조물 및 박강판, 경구조물 용접용 |
| | 저수소계 | 중강도 부재 및 후판 용접용 |
| | 철분산화철계 | 고능률 하향 및 수평 filet 용접용 |
| | 특수계 | 연강 일반 용접용 및 박판 용접용 |
| 고 장 력 강 용 | 라임 티탄계 | 내후성 강판 용접용 |
| | 저수소계 | 50kg/mm ² 급 고장력강 및 내후성 고장력강용 |
| | 철분저수소계 | 50kg/mm ² 급 고장력강 수평 filet 용접용 |
| | 저수소계 | 55kg/mm ² 급 고장력강 용접용 60kg/mm ² 급 |

6.5.2. 용접봉의 선택

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

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 56/141 |

2) 수직 자세나 위 보기 자세로 용접 시는 용접봉의 굵기를 가능한 작은 것을 사용하며, 그 이외의 자세는 굵은 용접봉을 사용한다. (단, 제1층 용접 시는 가는 것을 사용한다.)

3) 용접봉의 피복제는 편심율이 적은 것을 사용한다.

4) Stainless 배관 용접봉은 아래 사항을 참조한다.

- Stainless 소재

표 6-2. Stainless 배관 용접봉 소재

| 항 목 | PIPE 소재 | 용 도 | TIG용접봉 | ARC용접봉 |
|-----------------|---------|--------------------|--------|---------|
| 오스테나이트계 스테인리스강관 | STS 304 | 내식, 내열, 고온, 저온 배관용 | E308 | AWS 308 |
| 냉간 압연 스테인리스강관 | STS 304 | 열교환, 촉매, 가열로 용기용 | E308 | AWS 308 |
| Hot Coil | STS 306 | COG Drain pipe용 | | AWS 308 |
| 스테인리스강관 | STS 304 | GAS관 Expansion용 | | STS 304 |

- 용접봉 사양(TIG 및 ARC 용)

표 6-3. 용접봉 사양

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

- 기계적 성질


표 6-4. 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 | - |

6.5.3.

용접봉의 관리

본 제작 설치의 티그(Gas Tungsten-Arc Welding) 용접에 관한 용접봉의

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 57/141 |

관리는 따로 규정을 마련하지 않고, 아크 용접의 경우에는 다음의 내용을 준수하여야 한다.

- 1) 용접봉의 피복제는 습기를 흡수하면 용착, Crack, 기타 결함이 생기기 쉬우므로 보관에 유의하며, 작업 착수 이전에 반드시 확인한다.
- 2) 저수소계 및 일루미나이트계의 피복 용접봉은 습기 흡수의 영향이 크므로 작업 전에 반드시 건조 시킨다.
- 3) 용접봉의 표준 건조시간은 다음과 같다.

표 6-5. 용접봉 표준 건조시간


| 구분 용도 | 피복제 계통 | 한계흡습도 (%) | 건조 온도 (℃) | 건조시간 (min) |
|----------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| 연강도 | 일루미나이트계 | 3.0 | 80 - 100 | 60 - 120 |
| | 저수소계 | 0.5 | 300 - 350 | 60 - 120 |
| 고장력강용 | 저수소계 | 0.5 | 350 - 400 | 60 - 120 |
| STS 용 | LIME TITAN 계 | 1.0 | 150 - 200 | 60 - 120 |
| 특수강용 | 저수소계 | 0.5 | 350 - 400 | 120 - 180 |

- 4) 건조 후 보온 온도는 100℃~150℃로 한다.
- 5) 용접봉 보온 고는 작업장에 가깝고, 습기가 적은 곳에 전열 가열식의 항온실을 만들어 내부 온도를 유지하며, 1일 2회 온도의 자기 측정관리를 할 수 있도록 제작 설치한다.
- 6) 건조된 용접봉은 반드시 적정온도를 유지할 수 있는 용기에 담아 8시간 이내에 사용해야 하며, 당일에 사용치 못한 잔류 용접봉은 반드시 용접봉 관리자에게 반납해야 한다.
- 7) 용접 잔 봉은 가능한 한 짧게 되도록 관리하는 것이 작업능률 향상 및 용접 품질 향상에 좋으므로, 반드시 잔 봉을 회수하여 그 수에 따라 새로운 용접봉을 내주도록 관리한다.

6.6. 용접기 및 용접 Cable

6.6.1. 용접기 사용 시 주의 사항

- 1) 용접기는 KS C9602에 규정된 것이나 동등 이상의 성능을 가진 것을 사용해야 하며, 만일 교류전원이 없는 현장에서는 엔진 구동식이나 KS C9605에 규정된 용접기를 사용한다.

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 58/141 |

- 2) 용접기의 설치는 습기나 먼지가 많은 곳을 피하고 환기가 잘되는 곳을 택한다.
- 3) 2차 케이블이나 모재 접속 케이블 등이 파손된 부분은 바로 절연테이프를 감는다.
- 4) 조정 핸들, side 부분 차륜 등은 때때로 기름칠한다.
- 5) 전원 스위치를 넣기 전에 아래 사항을 확인한다.
 - 용접기는 바르게 접속되어 있고 케이블에 손상부는 없는가?
 - Earth 선은 모재와 작업대에 정확히 연결되었는가?
 - 결선 부의 나사가 풀어지지 않았는가?
 - 용접전류는 판 두께, 용접봉 직경에 알맞게 조정되었는가?
- 6) 교류용접기에는 전격 방지 장치를 부착하며, 용접 전 이상 유무를 확인한다.

6.6.2.


용접봉과 용접전류

- 1) 용접봉 직경과 판 두께에 따른 표준 용접전류는 다음과 같다.

표 6-6. 용접봉 직경과 판 두께에 따른 표준 용접전류

| 모재두께 (mm) | 용접봉 두께 (mm) | 용접전류 (A) | 비 고 |
|--------------|----------------|-------------|-----------|
| 3.2 | 2.0 | 40 - 60 | 1 층 상동 |
| | 2.6 | 40 - 70 | |
| 4.0 | 2.6 | 60 - 80 | 상동 |
| | 3.0 | 80 - 100 | |
| 5.0 | 3.0 | 90 - 110 | 상동 |
| | 4.0 | 110 - 130 | |
| 6.0 | 3.0 | 100 - 120 | 상동 |
| | 4.0 | 120 - 140 | |
| 7.0 | 4.0 | 130 - 150 | 상동 |
| | 5.0 | 160 - 180 | |
| 9.0 | 4.0 | 140 - 160 | 상동 |
| | 5.0 | 170 - 190 | |
| 10.0 | 4.0 | 150 - 170 | 상동 |
| | 5.0 | 180 - 200 | |
| 12.0 이상 | 5.0 | 200 - 220 | 상동 |
| | 6.0 | 240 - 280 | |

- 2) 가 체결 용접봉은 본 용접에 사용하는 용접봉과 동종으로 봉경은 일반적으로 본 용접에 사용하는 것보다 한 단계 작은 치수를 사용할 것.

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 59/141 |

6.6.3. 용접 방법별 정격 사용률

용접기는 어스(earth)를 시켜주고 허용전류와 정격 사용률 범위 내에서 용접기에 무리가 가지 않도록 주의한다. 용접 방법별 정격 사용률은 다음과 같다.

표 6-7. 용접 방법별 정격 사용률

| 용접방법 | 정격 사용률 |
|---------|----------|
| 자동용접 | 100 % |
| 반자동용접 | 80 - 85% |
| 수동용접 | 30 - 60% |
| 간헐적인 용접 | 20% |

6.6.4. 용접봉 전선과 사용전류

용접봉 전선과 사용전류의 관계는 다음과 같다.

표 6-8. 용접봉 전선과 사용전류


| 전도체(동선) | | | 정격전류 사용률과 전류(A) | | | | |
|------------|------|--------------|-----------------|-----|-----|-----|------|
| 면적 (mm) | 동선수 | 동선직경 (mm) | 100% | 85% | 60% | 30% | 20% |
| 16 | 513 | 0.2 | 105 | 115 | 135 | 190 | 235 |
| 25 | 783 | 0.2 | 135 | 145 | 175 | 245 | 300 |
| 35 | 1107 | 0.2 | 170 | 185 | 220 | 310 | 380 |
| 50 | 1566 | 0.2 | 220 | 240 | 285 | 400 | 490 |
| 70 | 2214 | 0.2 | 270 | 295 | 350 | 495 | 600 |
| 95 | 2297 | 0.2 | 330 | 360 | 425 | 600 | 740 |
| 120 | 608 | 0.2 | 380 | 410 | 490 | 690 | 850 |
| 185 | 925 | 0.2 | 500 | 540 | 650 | 910 | 1120 |

6.6.5. 용접자세와 사용전류

용접자세와 사용전류의 관계는 다음과 같다.

표 6-9. 용접자세와 사용전류

| 용접자세 | 사용전류의 종류 | 비 고 |
|----------|----------|-------------|
| F,V,OH,H | AC 또는 DC | 1) 용접자세의 기호 |

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 60/141 |

| | | |
|-----------|--------------------------|--|
| F,V,OH,H | DC (R) AC 또는 DC | <ul style="list-style-type: none"> - F : FLAT (아래보기) - V : VERTICAL (수직보기) - OH : OVER HEAD (위보기) - H : HORIZONTAL (수평보기) - H-FIL : HORIZONTAL FILLET (수평필렛) |
| F,V,OH,H | AC 또는 DC AC 또는 DC (S) | |
| F,V,OH,H | DC (R) AC 또는 DC (R) | |
| F,H - FIL | DC 또는 AC AC 또는 DC (R) | 2) 사용전류의 기호 <ul style="list-style-type: none"> - AC : ALTERNATING CURRENT (교류) - DC : DIRECT CURRENT (직류) - DC (S) : DIRECT CURRENT (STRAIGHT POLARITY) 직류 정극성 - DC (R) : DIRECT CURRENT (REVERSE POLARITY) 직류 역극성 |
| F,V,OH,H | AC 또는 DC | |
| F,V,OH,H | AC 또는 DC (R) | |
| F,H - FIL | AC 또는 DC (R) | |
| F,V,OH,H | AC 또는 DC | |


6.6.6.

용접용 Cable

- 1) 케이블의 연결은 플러그(Plug) 등을 사용하여 완전하게 한다.
- 2) 2차 측 케이블의 일반적인 길이는 공장 내 조립 작업 시는 25 m, 현장 조립 작업 시는 50 m 정도가 가장 알맞으며, 100 m 이상은 되지 않도록 한다. (1차 측 케이블을 연장하여 용접기와 작업 장소와의 거리를 단축할 것)
- 3) 어스(earth)선을 불완전하게 하면 정류의 전류가 흐르지 않고 ARC가 불완전하게 되고 전력의 손실을 주므로 어스선을 안정시킨다.
- 4) 정류의 어스선을 사용해야 한다. (철판, Angle 등의 사용은 엄금)
- 5) 긴 부재의 용접 시는 한끝에만 어스하면 전류 부족 현상을 일으키므로 양단 및 중앙의 3개소에 어스선을 설치토록 한다.
- 6) 사용 2차 측 케이블의 단면적, 사용전류 및 거리와의 관계는 다음 표에 의한다.

표 6-10. 2차 측 케이블의 단면적, 사용전류 및 거리와의 관계

(단면적 mm²)

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 61/141 |

| 거리(M) 전류(A) | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 |
|----------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 100 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 50 | 50 |
| 150 | 38 | 38 | 38 | 38 | 50 | 50 | 60 | 80 | 80 |
| 200 | 38 | 38 | 38 | 50 | 60 | 80 | 80 | 100 | 100 |
| 250 | 38 | 38 | 50 | 60 | 80 | 80 | 100 | 125 | 125 |
| 300 | 38 | 50 | 60 | 80 | 100 | 100 | 125 | 125 | |
| 350 | 38 | 60 | 80 | 80 | 100 | 125 | | | |
| 400 | 38 | 60 | 80 | 100 | 125 | | | | |
| 450 | 50 | 80 | 100 | 125 | 125 | | | | |
| 500 | 50 | 80 | 100 | 125 | | | | | |
| 550 | 50 | 80 | 100 | 125 | | | | | |
| 600 | 50 | 100 | 125 | | | | | | |

6.6.7.

기타

1) 전류 용접봉과 홀더와의 관계는 다음을 기준으로 한다.


표 6-11. 용접봉과 홀더와의 관계

| Holder 종 별 | 규 격 | | | 적용 용접봉 직경 (mm) | 최대 Holder용 Cable(mm ²) |
|---------------|------------|-------------|--------------|-------------------|---------------------------------------|
| | 사용률 (%) | 용접전류 (A) | ARC전압 (V) | | |
| 100 호 | 70 | 100 | 25 | 1.2 - 3.2 | 22 |
| 200 호 | 70 | 200 | 30 | 2.0 - 5.0 | 38 |
| 300 호 | 70 | 300 | 30 | 3.2 - 6.4 | 50 |
| 400 호 | 70 | 400 | 30 | 4.0 - 8.0 | 60 |
| 500 호 | 70 | 500 | 30 | 5.0 - 9.0 | 80 |

2) 차광유리와 전류와의 관계는 다음을 기준으로 한다.

표 6-12. 차광유리와 전류와의 관계

| 차광도번호 | 사 용 방 법 |
|---------|---|
| 6 - 7 | 중 정도의 GAS 용접과 절단, 30A 미만의 ARC 용접 절단에 사용 |
| 8 - 9 | 고도의 GAS 용접 절단, 100A 미만의 ARC 용접 절단에 사용 |
| 10 - 11 | 100A 이상 300A 미만의 ARC 용접 절단에 사용 |
| 13 - 14 | 300A 이상의 ARC 용접 절단에 사용 |

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 62/141 |

6.7. 절단

6.7.1. 일반사항

- 1) 절단 작업은 작업의 특성상 자동 절단기 또는 그라인딩을 할 수 있다. 이때 그라인더의 재료는 절단하고자 하는 배관재료와 같은 재료를 원칙으로 한다.
- 2) 절단 효율, 절단면의 형상, 절단 정밀도가 좋도록 절단 계획을 수립한다.

6.7.2. 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.

6.7.3. 절단 시행

- 1) 절단은 치구를 갖춘 후 자동 절단기를 사용하여 정확하게 절단한다. (단, 부득이한 경우 수동으로 절단할 수 있으나 반드시 그라인딩 할 것)
- 2) 절단 스트레인이 발생하지 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.


표 6-13. 표면의 거칠기의 한도

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

6.8. 개선 가공

6.8.1. 일반사항

- 1) 개선 부의 수분, 녹, 도료, 유지류 등은 Blow hole이나 갈라짐의 원인이 되므로 완전히 제거해야 한다.
- 2) 개선 가공 때문에 발생하는 슬래그, 이바리(burr) 등은 브러시, 끌, 그라

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 63/141 |

인더 등으로써 완전히 제거해야 한다.

3) 개선 형상이 불량한 경우 슬래그 혼입, 기포, 균열 등의 원인이 되므로 반드시 그라인더로 정확히 다듬질한다.

4) 고장력강의 가공 시 가능한 Tempering은 온도(575℃ 이하)에서 가공되도록 온도조절에 유의한다.

6.8.2. 일반배관 개선 형상

1) 판 두께별 홈 형상은 다음을 표준으로 한다.

표 6-14. 판 두께별 홈 형상

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


2) 홈의 폭을 좁히면 용접 시간이 적어지지만, root의 용입이 불량하게 되므로 적정 간격을 유지토록 한다.

3) I형 또는 V형의 root 간격의 최대치는 사용 봉경(심선 직경) 한도로 한다.

6.8.3. Stainless 배관

표 6-15. Stainless 배관 가공

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

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 64/141 |

6.9. 조립 및 가용접

6.9.1. 조립


- 1) 조립 순서는 용접순서, 용접 작업의 특성을 고려하여 계획하고, 용접 불능 개소가 없도록 하며, 또한 불필요한 변형 또는 잔류 응력이 남지 않도록 미리 검토하여 결정한다.
- 2) 수축이 큰 맞대기 이음을 먼저 조립하고, Fillet 용접을 다음에 시행한다.
- 3) 조립 및 가 조립은 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.

6.9.2. 가 용접

- 1) 가 용접은 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) 가 용접의 제거는 원칙적으로 초층의 반대편을 적당한 시기에 시행한다.
- 3) 가 용접은 반드시 숙련된 용접공이 시행토록 한다.
- 4) 가 용접의 용접봉은 본 용접보다 한 치수 작은 것을 사용토록 한다. (통상 3.2~4 mm 정도의 것을 사용)
- 5) 가 용접의 간격은 박판(3 mm 정도)에서는 50 mm 마다, 후판에서는 약 300 mm 마다 붙인다. (불필요한 가용접의 개소는 최소로 줄일 것)
- 6) 가 용접 비드(bead)의 길이는 너무 짧으면 급랭 경화를 일으켜 재질의 결함을 초래하므로 최소 30 mm 정도로 한다.
- 7) 가 용접 개소는 용접하는 중간 부분 또는 단속 용접부의 중간으로 취한다.
- 8) 가 용접부에 균열, 기포 등을 발견했을 때는 반드시 끝로 따내도록 한다. (또는 본 용접에 있어서 슬래그 침투가 없도록 자동 용접부의 슬래그는 완전히 제거한다.)

6.10. 용접 준비

6.10.1. 홈의(Groove) 확인, 보수

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 65/141 |

- 1) 용접 홈의 상태가 표준 치수로 되어 있는지를 용접 전에 반드시 확인한다.
- 2) 이음 홈의 엇갈림이 과대하게 되면 용접 결함이 생기기 쉽고, 이음에 굽힘 응력이 생기므로 허용한계 내로 고정한다.
 - 길이 방향 이음 : 판 두께의 5%(단, $T \leq 20$ 일 때 1 mm, $T \geq 60$ 일 때 3 mm)
 - 원주 이음 : 판 두께의 10%(단, $T \leq 15$ 일 때 1.5 mm, $T \geq 60$ 일 때 6 mm)
- 3) 이음 면의 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 벌어졌을 때 다음과 같이 보수한다.
 - 맞대기 용접
 - 편측 또는 양측에 덧붙임 용접을 하여 깎아낸 후 정규의 홈으로 만든 다음 용접한다.
 - 판 두께 6 mm 정도의 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 다리 길이(각장)로 용접한다.
 - 간격이 1.5 mm~4.5 mm 경우에는 그대로 용접하여도 되나 벌어진 만큼의 각 장을 증가시킨다.
 - 간격이 4.5 mm 이상일 때는 Liner를 넣거나, 모자란 판을 300 mm 이상 잘라내어 교환한다.


6.10.2.

홈의 청소

수분, 빨간 녹, Mill scale, 페인트, 기름, Grease, 먼지, 슬래그 등은 기공, 균열의 원인이 되므로 용접 전 또는 층마다 완전히 슬래그를 제거하고, 와이어 브러시, 그라인더, shot blast 또는 화학약품에 의해 청소를 반드시 해야 한다. (용접 전에 Gas 염으로 홈 면을 약 80℃ 정도로 가열하여 수분이나 유지를 제거)

6.11.

용접 시행(본 용접)

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 66/141 |

6.11.1. 용착법


- 1) 용착법은 용접에 수반하는 변형과 수축 및 잔류 응력의 경감, 공수의 저감, 모재의 재질 및 용접방법에 따라 적당히 선택한다.
- 2) 용접장이 길어지면 종단으로 향하여 수축과 잔류 응력이 커짐으로, 전진법을 쓰지 말고 후퇴법, 대칭법, Skip 법을 사용토록 한다.
- 3) 잔류 응력을 특히 적게 해야 할 개소에는 후퇴법을 사용한다.
- 4) 변형의 비대칭을 피해야 할 개소에는 대칭법을 사용한다.
- 5) 다층 용접 시에는 Build up 법으로 비드를 붙이는 것이 보통이나, 특히 변형 및 잔류 응력을 적게 해야 하는 개소에는 Cascade 법 또는 Block 법으로 시행한다.

6.11.2. 용접순서

- 1) 용접순서는 제품의 조립이 쉽도록 선정하며 다음에 따른다.
 - 수축이 자유롭게 일어나게 하려면 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 뒤틀면 용접
 - 맞대기 이음의 제1층 째는 용이 불량 등의 결함이 생기기 쉬우므로 제2층 이후가 완료된 다음 밀면 따내기에 의해 제거하여 뒤틀면 용접을 한다. (단, 박판인 경우는 따내지 않고 뒤틀면 용접 가능)
 - 밀면 따내기는 일반적으로 Gouging을 하여 작업하는 경우 모재에 변형이나 손상을 주어서는 안 될 때는 웨이퍼 등에 의한 기계적 방법으로 행한다.

6.11.3. 용접 적정전류

- 1) 용접전류는 용접자세, 홈 형상, 모재의 종류에 따라 사용한다.
 - 아래 보기 자세 : 강전류
 - 위 보기 자세 : 아래 보기의 10~20% 감소 전류
 - 수직 자세 : 아래 보기의 20~30% 감소 전류
- 2) 과다 전류는 언더 컷, 기공, 슬래그 섞임의 발생이 쉽고 표면의 파형이 거칠게 되며, 용접봉 홀더 부근의 피복이 녹아떨어져서 사용할 수 없게 되거나, Crater 결함이 생기기 쉬우므로 반드시 적정전류를 선택한다.
- 3) 과소 전류는 용이 불량으로 인한 Overlap의 발생 원인이 되고, 슬래그 섞

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 67/141 |

임이 생겨 강도가 불완전해지므로 적정전류를 선택한다. (단, 상기 결함이 생기지 않는 범위 내에서 용접 입열을 크게 하는 것이 좋으므로 고전류 고속 용접을 하는 것이 좋다.)

4) 아크(ARC) 길이는 짧게 하고 아크 전압을 너무 낮게 하면 단전하기 쉽고, 아크를 무리하게 길게 하고 전압을 높이면 아크가 불안정하게 되어, 용융 금속의 산화나 질화가 일어나기 쉽고, Spattering이 심하게 되어 좋지 않으므로 아크 길이는 심선 직경에 대략 같을 정도로 하며, 아크 전압은 다음의 표에 따른다.

표 6-16. Stainless 배관 가공

| 봉경 (mm) | Dxx10 및 Dxx11 | | Dxx12 | | Dxx13 | | Dxx15 및 Dxx16 | | Dxx20 및 Dxx30 | |
|------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------|-----------|------------------|-----------|
| | 전류 (A) | 전압 (V) | 전류 (A) | 전압 (V) | 전류 (A) | 전압 (V) | 전류 (A) | 전압 (V) | 전류 (A) | 전압 (V) |
| 1.6 | 20-40 | 20-22 | 20-40 | 17-20 | 20-40 | 17-20 | - | - | - | - |
| 2.0 | 25-60 | 20-22 | 25-60 | 17-21 | 25-50 | 17-20 | - | - | - | - |
| 2.4 | 30-80 | 22-24 | 30-80 | 17-21 | 30-80 | 17-21 | 76-110 | 20-22 | - | - |
| 3.2 | 80-120 | 24-26 | 80-130 | 18-22 | 70-120 | 18-22 | 100-150 | 20-22 | 100-140 | 24-28 |
| 4.0 | 120-160 | 24-26 | 120-180 | 18-22 | 120-170 | 18-22 | 135-200 | 21-23 | 120-180 | 26-30 |
| 4.8 | 140-220 | 26-30 | 140-250 | 20-24 | 140-240 | 20-24 | 160-240 | 22-24 | 175-250 | 30-36 |
| 5.6 | 170-250 | 26-30 | 170-300 | 20-24 | 170-300 | 21-25 | 260-320 | 23-25 | 200-325 | 30-36 |
| 6.4 | 200-300 | 28-32 | 200-400 | 20-24 | 200-350 | 22-26 | 300-375 | 24-27 | 250-400 | 30-36 |
| 7.9 | 250-450 | 28-32 | 250-500 | 22-26 | 250-450 | 23-27 | 350-450 | 24-28 | 300-450 | 32-28 |
| 비고 | 열보기, 위보기 자세로 용접시에는 하한에 가까운 전류, 전압치를 사용한다. | | | | | | | | | |


※ 연강용 피복 아크(ARC) 용접봉의 적정전류 및 전압

5) 용접 속도는 홈의 형상, 특히 루트간격의 대소, 모재와 용접봉의 재질 및 용접 조건에 따라 결정한다. (예, 봉 지름 4 mm, 아크 전류 170A에서는 100 ~200 mm/sec 정도가 보통이다.)

6) 판 두께 0.8~2.3 mm의 연강판을 ARC 수동용접 시에는 다음을 표준으로 한다.

- 맞대기 이음(I 형 Grove 용접) : 맞대기 표준 용접 기준

표 6-17. 연강판을 ARC 수동용접 기준

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 68/141 |

| 판두께 (mm) | 용접자세 | 용접봉경 (mm) | 용접전류 (A) | root 간격 (mm) | 비 고 |
|-------------|------------|--------------|------------------|-----------------|----------------|
| 0.8 | 하향, 입향, 횡향 | 2.0 | 25-35 | 0-1/2mm | 편면용접 |
| 1.2 | 하향, 입향, 횡향 | 2.6 | 40-55 | 0-1/2mm | |
| 1.6 | 하향, 입향, 횡향 | 2.6 | 55-70 (50-65) | 0-1/2mm | 편면 또는 양면 용접 |
| 2.3 | 하향, 입향, 횡향 | 3.2 | 65-90 (65-85) | 0-1/2mm | |

※ () 내는 양면 용접의 경우를 표시한다.

- T 이음(Fillet 용접) : T 이음 표준 용접 조건

표 6-18. T 이음 표준 용접 조건

| 판두께 (mm) | 용접자세 | 용접봉경 (mm) | 용접전류 (A) | 비 고 |
|-------------|--------|--------------|-------------|-----|
| 1.6 | 하향, 입향 | 2.6 | 60- 80 | |
| 2.3 | 하향, 입향 | 3.2 | 85-100 | |

- 겹치기 이음


- Fillet 용접 : 겹치기 이음 표준 용접 조건

표 6-19. Fillet 겹치기 이음 표준 용접 조건

| 판두께 (mm) | 용접자세 | 용접봉경 (mm) | 용접전류 (A) | 비 고 |
|-------------|------------|--------------|-------------|-----|
| 0.8 | 하향, 입향, 횡향 | 2.0 | 30-40 | |
| 1.2 | 하향, 입향, 횡향 | 2.6 | 55-65 | |
| 1.6 | 하향, 입향, 횡향 | 2.6 | 65-80 | |
| 2.3 | 하향, 입향, 횡향 | 3.2 | 90-100 | |

- Plug 용접 : 겹치기 이음 표준 용접 조건

표 6-20. Plug 겹치기 이음 표준 용접 조건

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 69/141 |

| 판두께 (mm) | 판두께 (mm) | 용접두께 | 용접봉경 (mm) | 용접전류 (A) | 공 경 (mm) | 개선용도 (a) |
|-------------|-------------|------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| 0.8 | 1.2 이상 | 하향 | 2.0 | 40-60 | 0-4 | 0 |
| 1.2 | 1.2 이상 | 하향 | 2.6 | 80-100 | 6 | 0 |
| 1.6 | 1.2 이상 | 하향 | 3.2 | 105-125 | 8 | 0 |
| 2.3 | 1.2~2.3 | 하향 | 3.2 | 105-125 | 10 | 0 |
| 3.2 | 1.2~2.3 | 하향5 | 3.2 | 110-130 | 10 | 0 |
| 4.5 | 1.2~2.3 | 하향 | 3.2 | 110-130 | 10 | 0 |
| 6.0 | 1.2~2.3 | 하향 | 3.2 | 115-135 | 12, 10 | 0.60 |

- 맞물림 겹치기 이음(Fillet 용접) : 맞물림 겹치기 이음 표준 용접 조건

표 6-21. 맞물림 겹치기 이음 표준 용접 조건

| 판두께 (mm) | 용접자세 | 용접봉경 (mm) | 용접전류 (A) |
|-------------|------------|--------------|-------------|
| 0.8 | 하향, 입향, 횡향 | 2.0 | 30-40 |
| 1.2 | 하향, 입향, 횡향 | 2.6 | 55-65 |
| 1.6 | 하향, 입향, 횡향 | 2.6 | 65-80 |
| 2.3 | 하향, 입향, 횡향 | 3.2 | 90-110 |


- 끝 이음 : 끝 이음 표준 용접 조건

표 6-22. 끝 이음 표준 용접 조건

| 판 두께 (mm) | 용접자세 | 용접봉경 (mm) | 용접전류 (A) |
|--------------|------------|--------------|-------------|
| 0.8 | 하향, 입향, 횡향 | 2.0 | 20-35 |
| 1.2 | 하향, 입향, 횡향 | 2.6 | 40-50 |
| 1.6 | 하향, 입향, 횡향 | 2.6 | 50-70 |
| 2.3 | 하향, 입향, 횡향 | 3.2 | 70-90 |

- 모서리 이음 : 모서리 이음 표준 용접 조건

표 6-23. 모서리 이음 표준 용접 조건

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 70/141 |

| 판두께 (mm) | 용접자세 | 용접봉경 (mm) | 용접전류 (A) |
|-------------|------------|--------------|-------------|
| 0.8 | 하향, 입향, 횡향 | 2.0 | 20-35 |
| 1.2 | 하향, 입향, 횡향 | 2.6 | 35-50 |
| 1.6 | 하향, 입향, 횡향 | 2.6 | 45-60 |
| 2.3 | 하향, 입향, 횡향 | 3.2 | 55-80 |

6.11.4. Stainless 용접 작업의 적정전류 및 분위기 Gas 량

1) TIG 용접(V 형 맞대기 용접)

표 6-24. TIG 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

표 6-25. ARC 용접 적정전류

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

6.11.5. 용접 시 주의 사항

- 1) 용접에 앞서 용접순서, 운봉법, JIG 사용, 예열, 후열 등 변형 방지 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

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 71/141 |

치구의 정밀도를 확실히 하도록 한다.

3) 용접의 시작점과 끝나는 점은 용입이 불충분하여 갈라지거나 blow hole 이 발생하기 쉬우므로 아래와 같이 한다.

- 용접선의 양단에 end tap을 붙여 결합부를 관밖으로 이동시킨다.
- ARC를 다시 발생시킬 때는 아크를 끝부분 조금 앞에서 발생시켜 끝부분을 완전히 보수한 후 전진을 시작한다.
- 용접을 완료한 후에는 끝부분의 파인 곳을 완전히 제거하고 ARC를 자른다.

4) Start 시 ARC 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) 다층으로 용접할 때 층마다 망치, 와이어브러시 등으로 슬래그를 완전히 제거하고, 용접부의 이상 유무를 확인한 후, 상층의 용접을 시행한다.

7) 용접 중에 크랙, 기공, 슬래그 침투의 불량을 발견하면 반드시 불량 부분을 수정한 후 보수 용접을 하도록 한다.

8) 용접자세는 부득이한 경우를 제외하곤 언더컷이나 용이 불량이 없도록 하향 용접한다.

9) 가능한 수동용접을 줄이고 반자동 또는 자동용접을 하도록 한다.


10) 기온이 -5°C 이하의 한랭 시에는 용접 작업에 앞서 반드시 이음부에 가스를 사용하여 $30\sim 37^{\circ}\text{C}$ 로 예열하여야 한다.

11) 용접선이 교차하는 곳에는 scallop을 붙여(부채꼴 오목부) 가능한 용접열의 영향 부를 멀리하도록 한다.

12) 도면에 지시되지 않은 scallop은 다음의 기준에 따른다.

표 6-26. scallop 기준

| 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 | | $R = T + 10$ |

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 72/141 |

13) 본 용접을 하지 않을 부분은 가 용접을 해서는 안 되며, 변에는 15 mm 이내에도 가 용접을 해서는 안 된다.

14) Weaving 폭은 비드(bead) 폭의 2.5배 이하로 한다.

6.11.6. 기타

- 1) 용접 후의 슬래그 및 이물질을 완전히 제거한다.
- 2) 용기류의 경우는 슬래그 등이 내부에 남지 않도록 완전히 제거한다.
- 3) 용접 후 굴곡을 잡기 위해 급냉법을 적용할 경우는 사전에 감독원의 승인을 받도록 한다. (원칙적으로 용접부는 물을 뿌려 급랭시켜서는 안 된다.)
- 4) 용접 불량 항목의 판정과 관리 방법 및 용접 비드 외관의 판정 기준은 다음과 같다.

- 용접 비드 외관의 판정 기준


표 6-27. 용접 비드 외관의 판정 기준

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

- 불량 항목의 판정과 관리 방법

표 6-28. 불량 항목의 판정과 관리 방법

| 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 비파괴검사 기준과 |
| 기공 | r-ray 검사 | |

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 73/141 |

| | | |
|----------|--------------------|------------------------|
| 슬래그 잠입 | r-ray 검사 | 판정기준 |
| 용입 불량 | r-ray 검사 | |
| 변형-치수 불량 | 치수 측정 | 변형, 치수 검사기준 |
| 잔류 응력 | 잔류응력 측정 | 풀립 처리 후 측정 |
| 이음부 파괴 | 강도시험, 사고기록 | 강도시험 기준 |
| 부식 | 부식 시험 | 시험표준 |
| 용접치수 불량 | 치수 시험 | 도면과의 대조차에 의함 |
| 용접순위 불량 | 치수 시험 | |
| 불완전 | 안전 시험 | 안전관리 측정 |
| 시공증대 | 공수 측정, 아크 측정 | 공비산출 기준 아크 시간 |
| 재료비 증대 | 용접봉 사용량 남은 봉 측정 | 봉 사용량 산정기준 잔류봉 관리기준 |

6.12. 예열 및 후열

6.12.1. 일반사항


- 1) 기온이 0℃ 이하에서 용접할 때는 개선 부로부터 양측 100 mm 범위(계 200 mm)를 40~70℃로 예열하여 수분의 침투로 인한 발생을 방지토록 한다.
- 2) 특별히 용접 후의 수축량 감소 및 구속응력을 경감시킬 필요가 있는 개소에는 용접부를 중심으로 양측으로 6T(계 12T) 이상의 범위로 예열토록 한다.
- 3) 예열 방법은 가스버너로 가열하며, Thermostat 등의 테스트기로 반드시 온도를 체크, 유지하도록 한다.
- 4) 용접 후 잔류 응력 제거를 위해 열처리를 시행한다. (단, 사양에 명시되어 있지 않으면 하지 않아도 좋다.)

6.12.2. 고장력강 예열

- 1) 고장력강이란 인장강도 50 kg/mm² 이상을 말한다.
- 2) 잔류 응력 제거가 필요한 경우를 제외하고는 예열은 다음의 표준에 따른다.

표 6-29. 고장력강 예열

| 구분 강종 | 규격 | 소둔온도(℃) (a) | 유지시간(hr) (b) (판 두께 25mm 당) |
|----------|---------------------|----------------|-------------------------------|
| 탄소강 | (C) C 0.35%, T≤19mm | 해당 없음 | - |

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 74/141 |

| | | | |
|-------|--|---------|---------|
| STS 강 | (C) C 0.35%, T ≤ 12mm | 해당 없음 | - |
| | C 0.35%, T ≤ 19mm | 590-680 | 1 |
| | C 0.35%, T ≤ 12mm | 590-680 | 1 |
| | (C) T < 19mm | 해당 없음 | - |
| | T ≥ 19mm | 815-870 | 2 |
| 동,동합금 | | 150-300 | 0.5 - 1 |
| 비 고 | a) 소둔 온도는 완전 응력 제거 온도가 아님. b) 부품 전체가 그 온도로 유지되는 시간(판 두께가 25mm 이상 일 때는 표의 값을 비례적으로 증가시킨다.) c) 치수 틀림을 방지할 필요가 있을 때는 응력제거가 요망됨. * 이중재료 용접 시 가열속도는 두께 25mm당 110℃/h 이하 기타 철 합금은 200℃ 이하. (모든 철 합금은 응력제거 온도로부터 냉각 속도를 100℃/h 이하로 한다. 판 두께가 25mm 이상인 때는 가열과 냉각 속도를 반비례적으로 적게 한다. 예를 들면 50℃/h의 경우에는 속도를 반감 할 것.) | | |

3) 강재의 가열시간은 판 두께 25 mm 당 1~2시간으로 한다.

4) 일반 연강의 냉각 속도는 아래의 식에 따른다.

$$R \leq 200 \times 25/T \text{ } ^\circ\text{C/h} \text{ (T=판 두께)}$$

5) 고장력강의 소둔 온도는 575℃ 이하로 30분간 유지한다.

6.13. 용접검사 및 결함의 보수

6.13.1. 일반사항

1) 용접 전, 용접 중, 용접 후에 있어서 용접공의 기능, 용접재료, 용접설비, 용접시공, 상황, 용접 후 열처리 등의 적부를 검사하는 작업검사(Procedure Inspection)를 반드시 실시한다.


2) 용접 후 제품이 요구대로 완성되었는지를 검사하는 수입검사(Acceptance Inspection)는 작업 사양서에 명기되어 있거나 감독원이 필요하다고 인정하는 경우 시공자는 파괴검사 및 비파괴검사를 시행하여 성적표를 감독원에게 제출하여야 한다.

3) 기타 검사에 대한 것은 KS 기준에 따른다.

6.13.2. 용접 전 작업검사

1) 용접봉, 모재, 용접시공법 및 용접공에 대해서는 반드시 검사를 시행한다.

2) 용접설비인 용접기, 부속기구, 안전 기구, 지그 및 고정부의 적부와 작동의 정확성을 검사한다.

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 75/141 |


- 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) 용접 준비로서, 흠의 각도, root 간격, 이음 면의 표면 상황(산화막, 녹, 도료, 유지, grease, 먼지, 기타의 유무) 이음의 맞춤, 가 용접 상태, 받침쇠의 상황을 조사한다.
- 6) 기타 지그, 열변형, 고정 상황 등 조립에 관하여 검사한다.
- 7) 모재와 용접봉이 결정되면 본 용접에 사용되는 흠의 형상, 용접 조건, 예열 및 후 열처리의 적부를 조사하기 위해 반드시 용접시공법 시험(Welding Procedure Test, 즉 용접물과 같은 모재, 용접봉 및 용접시공 방법을 사용하여 별개의 이음 시험편을 만들어서 외관 검사와 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 하고 난 후 용접을 시행한다.
- 8) 용접공의 기능검사는 용접사 자격시험에 의거 시행하여 합격자에 한해 용접에 임하게 한다.

6.13.3. 용접 중 작업검사

- 1) 용접봉의 보관과 건조 상태를 반드시 검사하여 양호한 것만 사용토록 한다.
- 2) 이음의 표면 청소 상황을 검사한다.
- 3) 각층 마다 비다 형상, 융합 상황, 용입 부족, 슬래그 섞임, 터짐, 비드의 파형, 크레이터(crater)의 처리, 밑면 파내기 상황 등을 외관 검사 또는 침투, 자기 와류, 방사선 투과검사 등으로 검사한다.
- 4) 용접전류, 용접 전압, 용접 속도, 용착 순서, 운봉법, 용접자세 등이 사전에 지정된 조건과 일치하는가를 검사한다. (필요에 따라서 예열온도와 중간 온도 등도 검사한다.)
- 5) 결함이 발견되면 즉시 보수용접을 시행한다.

6.13.4. 용접 후 작업검사

- 1) 후 열처리, 변형 교정 등 부가된 작업에 관련된 검사로서 적당한 온도, 유지 시간, 가열과 냉각 속도, 기타 작업조건이 지정된 조건대로 실시되고

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 76/141 |

있는가를 검사한다.

2) 균열, 변형, 치수 틀림의 유무를 검사한다.

6.13.5. 수입검사

1) 수입검사는 일반적으로 육안검사만을 행하나 감독원이 필요하다고 요구하는 경우 파괴검사 또는 비파괴검사를 시행할 수 있으며 그 시험 성적서를 제출해야 한다.

2) 수입검사는 전반 검사(전 용접에 대한 것)와 발취검사(결함이 발생하기 쉬운 곳을 골라서 하는 것)로 구별한다.

3) 검사 결과 수입(Acceptance)의 가부를 판단하며, 수입 불능 시는 보수용접을 한다. 보수 후에는 재검사하여 완전하다는 것을 확인해야 한다.

6.13.6. 육안(맨눈)검사 대상

육안검사는 검사관의 육안이나 렌즈로 직접 조사하며, 하기와 같은 사항들이 발견된다면 즉시 그 결함에 대한 보수를 시행한다.

1) 치수상의 결함

- 변형
- 치수 불량
- 형상 불량

2) 구조상의 결함


- 기공
- Under cut
- 용접 표면의 crack
- Overlap

6.13.7. 파괴, 비파괴 시험대상

육안으로 발견 불가능한 결함은 파괴시험법, 비파괴 시험법(X-선, γ-선, 액체 침투 현상 시험, 자분탐상, 초음파탐사) 등으로써 시험 검사하여 결함 발견 시 보수한다.

1) 구조상의 결함

- 불순물 용입
- 용입 불량
- 융합 불량
- 기공

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 77/141 |

- 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)

6.13.8. 결함의 보수

1) 결함부의 보수는 당사 감독원의 지시에 따라 행하며 단독으로 처리할 수 없다.

2) 슬래그 침투나 blow hole 등은 충분히 제거한 후 재용접한다.

3) Crack은 완전히 그 부분을 제거하고 개선 가공을 다시 한 다음 재용접한다. 필요에 따라 stop hole을 가공하거나 인접 용접부의 일부를 절단하는 등의 처리를 해야 한다.

4) Under cut, 용입 부족 등은 동종의 재질로 정성껏 수정작업을 한다.

5) Overlap은 그 부분을 불어내고 재용접한다.

6.14. 용접 기술 관리

6.14.1. 용접 작업 책임자

1) 기상 관리

- 기온, 온도, 풍속의 측정, 기록

- 기상 조건에 따라 작업지시 및 작업 중단 지시

2) 용접자세, 용접 작업 관리 지도

- 예열, 후열 관리자의 관리 지도

• 예열, 후열 시공 부분에 대한 지시

• 예열, 후열 상황의 보고 및 확인

• 예열, 후열이 정상 상태인지 확인


- 용접봉 관리자의 관리 지도

• 용접봉의 수입, 건조 수량 지시

• 건조 상황 확인

• 건조 용접봉의 배포량 지시

• 배포 및 회수 상황 확인

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 78/141 |

- 개선, 정비 담당자의 관리 지도
 - 개선 장비 범위 및 요령지시, 정비 상황 확인
 - 비드의 그라인더, 가공 범위 및 요령지시, 수정 상황 확인
- 용접 작업 개시 및 종료 지시
- 용접공의 기술 관리
 - 용접공의 용접 기술 등급에 따라 적정 배치
 - 용접공의 건강 상태 관찰 및 조치
- 용접시공 요령 및 절차
 - 용접봉의 사용 구분 철저
 - 용접순서, 비드 수를 지시
 - 용접 속도, 전류 등의 용접 조건을 지시 및 확인
- 용접부의 각 변형
 - 용접 중 계속 각 변형 측정, 규정치 이하로 억제토록 용접순서를 관리 지도
 - 측정은 각각의 용접선에 대해 측정 요령에 따라 실시
 - 사용 치구의 강종 확인 : 본체에 사용하는 치구는 SM41B 이상의 강종으로 하고 비규격품은 사용할 수 없음.
 - 비파괴검사 관리 : 방사선 촬영 순서, 방법, 범위를 지시하며 방사선 검사의 K.S 등급을 판정한다.
 - 기타 용접 장소의 환기 상태 등 안전에 충분히 유의

6.14.2.


용접 작업 관리자

1) 용접공의 배치 및 작업지시

- 작업 공정표에 따라 다음날 작업계획 수립
- 용접공의 배치, 작업 방법 지시(배치 계획표 작성)
- 작업 방법에 따라 봉경, 비드(bead) 수, 전류, 속도, 순서 등 지시(용접 조건 결과표 작성)

2) 용접 준비의 확인

- 다음날 용접 이음부 검사 및 아래 사항 확인
 - 조립 정도
 - 가조립 상황
 - 개선 형상

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 79/141 |

- 개선의 청소 상황
- 발판의 안정성 확인
- 이상 발견 시 기록, 수정시키고 수정 완료 후 감독원의 확인을 거쳐 후속 작업 개시.

3) 용접 조건의 관리 지도

용접 비드 수 및 봉경, 전류, 전압, 용접 속도 등은 이음부 각 비다마다 확인.

4) 보수용접

보수용접도 본 용접과 같이 관리하여야 한다.

6.14.3.

용접봉 관리자

1) 용접봉의 수입, 보관

- 용접봉의 피복제 및 봉경 별 수량 체크(check)
- 변질품 유무 확인
- 습기, 먼지 등에 의한 기록 및 보고
- 수입, 보관 상황 기록 및 보고
- 이상 발견 즉시 사용금지

2) 건조 및 저장

- 건조 및 저장조건을 준수
- 건조, 저장 상황 기록, 보고

3) 용접봉의 배포


- 용접 작업 책임자 지시에 따라 건조된 용접봉을 봉별로 적정 소요량을 각 용접공에게 배포
- 배포 사항을 개인별로 시간, 종별, 봉경, 수량 등을 기록 및 보고

4) 용접봉의 회수

- 배포 후 소정 시간을 지난 잔여 용접봉은 전부 회수한 후, 새로운 용접봉을 배포
- 잔여 용접봉의 수량 확인, 기록 후 재건조분으로 구분, 재건조 수를 명확히 체크.
- 피복제가 떨어져 나간 것, 물에 젖은 것 등은 전부 사용을 금지함.
- 용접봉의 회수 상황 기록 및 보고.

6.14.4.

예열 및 후열 관리자

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 80/141 |

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

6.14.5.

개선 정비 담당자

- 1) 개선 형상 수정
 - 개선 형상 체크 및 기록.
 - 개선 형상이 소정의 정도가 아닐 때 반드시 수정토록 한다. (수정이 불가하다고 판단 시 용접 작업 책임자에게 보고)
 - 개선 형상 수정이 그라인더 이외의 방법에 따른 경우는 용접 작업 책임자의 지시를 받도록 함.
- 2) 개선 부의 청소
 - 개선 부의 유지 및 이물질의 완전제거
 - 수분, 녹 발생 시 예열관리자에게 연락, 소정의 가열을 한 뒤 와이어브러시 등으로 완전히 제거토록 한다.
 - Gouging 개선의 수정.
 - 보강 용접 비드의 수정.

6.14.6.

용접공

- 1) 용접봉의 수령 및 반납
 - 용접 작업 관리자가 지시한 용접봉을 봉경 별로 수량 확인 후 수령.
 - 용접봉 수령 후 규정 시간이 지난 것은 반납.
- 2) 용접 준비의 확인
 - 용접 작업 관리자에게 지시받은 용접 이음부의 상태가 양호한지 확인.
 - 전류 조정 간에 의해 규정 전류로 조정.
- 3) 용접 작업
 - 용접 작업 중 1회 이상 전류 조정.
 - Bead 층 사이의 온도가 200℃ 이하를 유지하는지 확인.
- 4) 용접공은 KS B0885에 규정되어 있는 해당 용접 작업 기술검정에 합격한 용접공 또는 동등 이상의 기술을 가졌다고 인정되는 자라야 한다.


6.15.

위생 및 안전

6.15.1.

일반사항

- 1) 용접 작업 시 감전 충격, 화상, 유해 광선, 가스중독, 화재, 폭발, 방사선

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 81/141 |

등에 의한 재해가 자주 발생하므로 안전 위생 규칙, 취급 요령 등 관계 법규에 따라 안전한 작업을 수행해야 한다.

2) 전기충격 때문에 가사 상태에 있는 사람을 발견했을 때의 처치 요령은 다음과 같이 한다.

- 전기 스위치를 끊는다. (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. (홍분하여 날떨 때는 진정시키며 머리를 식혀주거나 차가운 것을 먹인다.)

3) 용접 작업에 대한 위생 및 안전대책을 수립하여 감독원의 승인을 받아야 하며, 작업을 수행한다.


6.15.2. 전기충격 방지

1) 용접 작업 시에는 용접기의 2차 측에서 한쪽이 접지되어 있어 홀더 측의 잔압이 걸려있는 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(90V) 이상으로 높은 용접기를 사용하지 않도록 한다.
- 감전 방지 제어회로가 있는 자동 전기충격 방지 장치를 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 엎어두고 조작할 수 있는 개폐기를 설치하거나, 램프의 점멸 등 기타의 방법으로 감시인에게 송신

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 82/141 |

하여 때마다 스위치를 끊게 하는 장치를 설치해야 한다.

- 작업 완료 시 또는 장시간 작업 중지 시에는 반드시 용접기의 스위치를 끊어 놓아야 한다.
- 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.

6.15.3. ARC 빛에 의한 재해방지


- 1) ARC는 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) ARC로 눈병이 났을 때는 냉수로 얼굴을 씻은 후 냉습포로 찜질하거나 의사의 지시에 의거 세안토록 한다.

6.15.4. 가스 중독에 의한 재해방지

- 1) 용접 작업 시 가스에 의한 중독은 다음과 같다.
 - 아연도금강관 또는 강관을 용접할 때 발생하는 산화아연가스에 의한 독.
 - ARC 용접의 분위기에서 탄산가스 및 유독한 일산화탄소의 발생에 의한 가스중독.
 - 용접봉 중 슬래그의 유동성을 좋게 하려고 피복제에 첨가된 불소성분에 의해 발생된 불소가스에 의한 중독.
 - 사염화탄소를 써서 청소한 알루미늄 등의 이음 홈에서 발생하는 염소가스에 의한 중독.
 - 상기 가스중독 예방으로 방독마스크 사용 및 작업 장소에 적합한 환기장치를 마련해야 한다.

6.15.5. 화재 및 폭발에 의한 재해방지

- 1) 불뚱에 의한 화재 및 폭발의 위험성이 있을 때 불뚱 낙하 방지 처리를 하고 관측자를 세우며, 소화기의 준비 등 적절한 대책을 마련한다.
- 2) 가스용접 및 절단 시 아세틸렌 발생기에 의한 사고가 빈번하므로 안전기의 구조상 결함 여부를 작업 전에 파악하며, 발생기 내에 혼입된 공기 또는 산소에 의한 아세틸렌 산화 폭발을 방지하고, 염화에 의한 폭발이 없도록 사용에 주의한다.

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 83/141 |

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.

6.15.6. 기타

1) 관 및 용기의 용접 시에는 사전에 내용물의 잔존 여부를 확인한 후 용접 한다.

2) Earth 판이 녹슬거나 망가진 절연 상태일 때 깨끗이 긁어내고 청소한 뒤 사용토록 한다. (이동 때는 ground holder 등을 사용할 것)

6.15.7. 용접기 사용할 때 주의 사항

1) 용접기 설치는 습기, 먼지가 많은 곳을 피하고 환기가 잘되는 곳을 선택 한다.

2) 2차 케이블, 모재 접속 케이블 등이 파손된 부분은 반드시 절연테이프로 감는다.

3) 조정 handle side 부분, 차륜 등은 때때로 기름칠한다.

4) 전원 스위치를 넣기 전에 다음과 같은 사항들을 반드시 확인한다.

- 용접기는 바르게 접속되어 있는가?
- Earth 선은 모재와 작업대에 정확히 연결되었는가?
- 결선 부의 나사가 풀어져 있지 않은가?
- 케이블에 손상된 부위는 없는가?
- 용접전류는 판의 두께와 용접봉의 직경에 알맞게 조정되어 있는가?

5) 용접을 중단하고 쉴 경우, 전극 홀더에 전압이 걸려있지 않도록 전압 제거 장치를 용접 전원에 삽입하고, 전극 holder 전선의 접속기 clamp 등 용접 용구의 선정을 적절히 한다.


6) 용접기는 어스를 시켜주고, 허용전류와 정격 사용 범위 내에서 용접기에 무리가 가지 않도록 한다.

7) 용접기에는 제 3자가 알 수 있도록 “송전중” 또는 “정지중” 이란 표지판을 붙인다.

6.15.8. 용접용 케이블


1) 케이블의 연결은 플러그 등을 이용하여 완전하게 한다.

2) 2차 측 케이블의 일반적인 길이는 공장 내 조립 작업 시 25 m, 지상조립 작업 시 50 m 정도로 하며, 100 m 이상이 되지 않도록 한다. (즉, 1차 측

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 84/141 |

케이블을 연장하여 용접기와 작업 장소 간의 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 손상될 위험이 있는 장소에서는 용접 작업 착수 이전에 대책을 적절히 강구해야 한다.
- 7) 용접 케이블, 용접기, 용접봉을 사람이 다니는 통로에 위치하지 않도록 한다.
- 8) 2차 측 어스선은 절연성 및 전류용량이 충분한 것을 사용하고, 터미널을 되도록 용접부에 가까운 곳에 확실히 고정한다.
- 9) 어스선을 도중에 이어야 할 필요가 있을 때는 가능한 한 강하게 이음을 하되 전기저항 부가 되지 않도록 결합해야 하며, 절연테이프 등으로 반드시 절연시켜야 한다.

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 85/141 |

7. 도장 작업

7.1. 일반사항

7.1.1. 적용 범위


- 1) 본 시방은 헬륨 전용 냉각수 loop 구축의 도장 및 표면 처리 작업에 적용한다.
- 2) 도장작업을 시행하는 공장, Shop, 기타 도장을 시행하는 작업장에서 표면 처리 및 하도도장이 안 된 내장과 외장, 강 구조물, 철제물 등에 대한 도장 및 표면 처리 작업에 적용된다.
- 3) 현장에서 저장, 설치, 작업 중에 발생한 흠집이나 손상된 부분에 대해서도 현장 보수도장 및 표면 처리 작업을 포함한다.
- 4) 발주자의 요청이 있거나, 설계상 혹은 기타 명기가 되지 않았을 때 노출된 모든 외장 및 내장에 대하여 표면 처리 및 도장을 시행해야 한다.
- 5) 구체적으로 언급이 없는 Item에 대해서는 기기에 적용된 도장과 유사한 도료나 표면 처리 방법으로 도장작업을 시행한다. 만약 색상이나 표면 처리 방법이 설계되어 있지 않았을 때 발주자의 표준 색상이나 표준 표면 처리 방법 중에서 선정하여 시공한다.
- 6) 구체적인 지시가 없는 한 모든 Black Steel 및 Galvanized steel piping 및 Support, 기타 노출된 기기 부품들에 대한 도장 및 표면 처리 작업에 적용한다.

7.1.2. 관련 작업

- 1) 제작자에 의하여 제작공장이나, shop에서 하도도장이나 표면 처리가 이루어질 수 있다.
- 2) 도급자는 본 시방서에서 중복되거나 빠지는 것을 방지하기 위하여 타 공정에서 실시되는 하도도장 및 표면 처리에 대해서도 세심하게 조사하여 실시해야 한다.
- 3) 도급자는 본 시방서에 계획되거나 규정된 모든 도장 및 표면 처리 작업에 대한 책임이 있다.
- 4) 도장 색상에 대해서는 감독원의 승인을 받아야 한다.

7.1.3. 도장 하지 않는 범위

- 1) 만약 지시가 없을 때는 보온재로 보호된 부분이나 기기의 기초, 배관 혹

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 86/141 |

은 기타의 양각된 부분, 기계의 축 및 공동구 등과 피복 되었거나 접근할 수 없는 곳은 도장 하지 않아도 좋다.

2) 양극 산화 처리된 금속 표면이나 알루미늄, 스테인리스강, 동, 황동, 청동 및 크롬 도금된 플레이트, 플랜지면 등은 도장 하지 않는다.

7.1.4. 관련 규격

도장작업 재료는 특별한 지시가 없는 한 KS규격에 따른다. 단, KS규격에 명시가 없는 사항은 JIS나 ANSI 및 제작사 표준에 따른다.

7.1.5. 승인 서류의 제출

1) 도장재료의 자료 : 블록 필러(block filler) 및 프라이머를 포함하여 명기된 각 도장작업에 대한 자료를 제출해야 한다.

- 도장재료 목록 : 필요한 도장 자재의 전체 목록을 준비해야 하며 여기에는 각 재료의 성분, 저장 및 취급 방법, 도장 작업절차, 마감도 장 작업의 두께 및 도장 색상 등을 나타내어야 한다.

- 제조업자에 대한 정보 : 선정된 각 도장재료의 취급, 저장 및 도장에 대한 표식분석 및 지침을 포함하는 제조업자의 기술정보를 제공하여야 한다.

2) 견본 : 발주자의 요구가 있을 시 선정된 각 색상에 대하여 300 mm × 300 mm 크기의 색상과 질감을 보여줄 수 있는 2개의 견본을 작성하여 제출한다.

3) 증명서 : 공급된 도장재료가 휘발성 유기용제의 사용을 취급하는 관련 규정에 적합하도록 제조업자의 기본 요구사항을 발주자에게 제출하여야 한다.

4) 작업절차서 : 도장 작업 작업절차에 의하여 일을 시작하기 전에, 발주자의 승인을 받기 위하여 도장 작업 절차서를 제출하여야 한다. 또한, 감독원이 요청하는 상세 내용을 보완하여야 한다.

5) 품질관리 절차서 : 도장 작업 품질관리 절차서를 작성하여 제출하여야 한다.


6) 시험계획서 : 도장 작업의 검사 및 시험계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

7.1.6. 품질보증

1) 도장 및 표면 처리의 모든 작업은 표준시방서에 부합되게 수행해야 한다.

2) 도급자의 작업절차서 : 도장 및 표면 처리 작업은 시작 전에 작업 절차서를 감독원에게 제출하고 승인받아야 한다.

3) 작업 전 협의 : 작업을 시작하기 전에 현장에서 발주자와 협의하여 작업

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 87/141 |

절차 및 시공자의 감독, 승인된 시공자와 자재 공급업자를 포함한 다른 작업 담당자와 조정사항을 검토하여야 한다.

7.1.7. 운반, 저장 및 취급


- 1) 도장재료의 현장에 운반, 저장, 보호 및 취급은 안전관리규칙에 따라 실시하여야 한다.
- 2) 도장재료의 현장 반입은 밀봉된 상태로 인식표가 붙은 컨테이너를 이용하며, 반입검사를 받고 현장에 반입한다.
- 3) 컨테이너에 부착된 인식표에는 제조 회사명, 페인트 종류, 상표, 할당 번호, 상품 코드(brand code), 표면 준비 방법, 건조시간, 세척 요구사항, 색상 조합, 혼합 및 희석에 대한 지침 등이 기술되어야 한다.
- 4) 도장재료의 보관은 환기가 잘되고, 주변 온도가 최소 7℃ 이상, 최대 32℃ 이하의 장소에 보관하여야 하며, 그 외에는 작업 절차서에 따른다.

7.1.8. 환경 요구사항

- 1) 작업 대상표면 및 주변의 온도가 도장재료 제조업자의 지침 온도 범위를 넘어서면 작업을 중지해야 한다.
- 2) 눈비가 올 때 또는 도장재료 제조업자의 지침 습도 범위를 넘어서면 외부 도장 작업은 중지해야 한다.
- 3) 라텍스(Latex) 페인트의 작업 가능 최소 온도 : 내부 7℃, 외부 10℃
- 4) 바니쉬(Varnish) 마감 작업을 위한 최소 온도 : 내·외부 공히 18℃
- 5) 바탕재 표면의 중간 높이에서 측정했을 경우 조도는 860 LUX를 유지해야 한다.

7.1.9. 보호

- 1) 화재의 위험성이 있는 나머지 도료, 신나가 적셔진 걸레, 쓰레기 또는 기타 오염물질을 철제 용기에 화재 피해가 없도록 항상 주의하여 저장해 두었다가 작업 완료 시 현장 밖으로 제거해야 한다.
- 2) 도장작업 및 마감 작업이 진행되는 동안 다른 작업 부위에 손상, 표식 피해가 가지 않도록 덮개 등으로 보호하여야 한다. 손상된 부위는 즉시 보수하여야 한다.
- 3) 작업원의 잘못이나 부주의 또는 불량자재에 의한 하자 부위는 발주자의 지시에 따라 보수해야 한다.

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 88/141 |

7.2. 도장재료

7.2.1. 표준 재질

본 시방서에 규정되어 있는 표준 사양에 적합한 국산 재질을 사용하여야 한다. 만약 국산 재질이 표준 사양에 적합하지 않을 때는 이와 동등한 외국산 재질을 사용하도록 한다.

7.2.2. 재질의 일반적 요구사항

- 1) 별도의 지시가 없는 한 KS 규격품 제조업체의 정품을 제공한다.
- 2) 제품 형태가 본 시방서에 규정되어 있더라도 휘발성 유기합성제의 사용을 통제하는 국내 법규에 적합한 제품만 제공해야 한다.
- 3) 컨테이너의 라벨에는 제조사명, 셀락(shellac), 아마인유(Linseed Oil), 테레빈유(Turpentine), 다른 희석제와 고품질의 솔벤트 등의 내용이 기술되어야 한다.
- 4) Block filler, 프라이머, 마감 도장 재질 혹은 관련된 재질들은 제조업자의 검사 및 현장 경험에 따른 적합한 도장 작업 재질이 제공되어야 하고 도장 작업 환경에 적합하여야 한다.
- 5) 제작사 제품의 내용이 명기되지 않은 도장제품과 사용 유효기간이 경과된 도장제품은 사용할 수 없다.

7.2.3. 철 구조물의 부식방지 프라이머


KS 관련 규정에 적합한 부식방지 프라이머는 아래의 사항에 따른다.

- 1) Solid의 체적비 : $75\% \pm 2\%$
- 2) Liter 당 이론 면적 범위(혼합상태) : 25 micron 에서 $30 \text{ m}^2/\ell$
- 3) 색상 : 오렌지
- 4) 광택 : 반광택(semi-gloss)

7.2.4. 프라이머

Multi-component, self-curing, 무기질 아연 리치(Inorganic zinc-rich) 프라이머는 아래의 사항에 따른다.

- 1) Solid의 체적비 : $63\% \pm 2\%$
- 2) 건조 피막에서 총 아연량 비 : $85\% \pm 2\%$
- 3) 휘발성 유기용제량(희석시키지 않은 상태) : MAX. $480 \text{ g}/\ell$
- 4) 적용 온도 : MAX. 45°C , MIN. 3°C
- 5) 온도저항(Non-immersion) : 400°C Continuous, 540°C Non-continuous

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 89/141 |

6) Liter 당 이론 면적 범위(혼합상태) : 75 micron에서 8.4 m²/ℓ

7) 저장수명 (24℃에서) : 기본 - 12개월, 아연도금 - 24개월

8) 색상 : 회색

9) 광택 : 무광

7.2.5. 중도(Intermediate Coat)

Multi-component, 에폭시-폴리아미드(high-build 에폭시) 페인트는 아래의 사항에 따른다.

1) Solid의 체적비 : 65% ± 2%

2) 휘발성 유기용제량(회석시키지 않은 상태) : MAX - 373 g/ℓ

3) 적용 온도 : MAX. 45℃, MIN. 5℃

4) Liter 당 이론면적 범위(혼합상태) : 125 micron에서 5.2 m²/ℓ

5) 저장수명(24℃에서) : 기본 - 12개월, 경화제 - 24개월

6) 건조시간(25℃에서) : Touch - 12시간, Hard - 24시간

7) 최소 over coating 간격 : 16시간

8) 발화점 : 페인트 혼합을 위한 23℃ 이상

9) 색상 : 다양함

10) 광택 : 반광택(semi-gloss)

7.2.6. 마감도 장

Multi-component, 아크릴 폴리우레탄 페인트는 아래의 사항에 따른다.

1) Solid의 체적비 : 52% ± 2%

2) 휘발성 유기용제량(회석시키지 않은 상태) : MAX. 466 g/ℓ

3) 적용 온도 : MAX. 40℃, MIN. 3℃

4) Liter 당 이론면적 범위(혼합상태) : 50 micron에서 10 m²/ℓ

5) 저장수명(25℃에서) : 기본 - 최소 12개월, 경화제 - 최소 24개월

6) 건조시간(25℃에서) : Touch - 2시간, Hard - 10시간

7) 최소 over coating 간격 : 16시간


8) 발화점 : 페인트 혼합을 위한 32℃ 이상

9) 색상 : 다양함

10) 광택 : 초 광택(high-gloss)

7.2.7. 현장 Touch-up 페인트

변형된 알루미늄 에폭시 마스틱과 표면 내구력이 높은 에폭시 페인트는 아

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 90/141 |

래의 사항에 따른다.

- 1) Solid의 체적비 : $80\% \pm 2\%$
- 2) 휘발성 유기용제량(희석시키지 않은 상태) : MAX. 210 g/ℓ
- 3) 적용 온도 : MAX. 45℃, MIN. 3℃
- 4) Liter 당 이론면적 범위(혼합상태) : 125 micron에서 6.4 m²/ℓ
- 5) 저장수명(24℃에서) : 기본 - 6개월, 경화제 - 24개월
- 6) 건조시간(25℃에서) : Touch - 2시간, Hard - 16시간
- 7) 최소 over coating 간격 : 16시간
- 8) 발화점 : 페인트 혼합을 위한 23℃ 이상
- 9) 색상 : 회색
- 10) 광택 : 무광택

7.2.8. 아연도금 보수 페인트

최소한 중량 대비 94% 이상의 아연분말을 포함한 건조 피막으로 된 것을 사용하여야 한다.

7.2.9. 기타 도장재료

본 시방서에 마감 재질이 구체적으로 명기되어 있지 않더라도 도장 작업에 필요한 모든 Putty, Filler, Sealers, Primers, Under-coats, 마감재 등을 제공하여야 하고 도장 작업은 완벽히 수행되어야 한다. 본 시방서에 기타 도장재료가 규정되어 있지 않다면 도장 작업 시작 전에 감독원의 승인을 받아야 한다.

7.2.10. 색상

색상은 감독원이 제시하는 색상을 사용해야 한다.


7.2.11. 사용 장비

도장작업 및 부분도장 작업에 사용되는 장비는 페인트 제조사가 권하는 장비를 제공하여야 하고 사용하여야 한다.

7.3. 도장 시공

7.3.1. 준비 작업

- 1) 인접된 작업 부위의 보호
 - 도장 작업을 하는 동안 페인트가 Overlap, Over spray, Spillage 되는 것 으로부터 인접된 부위를 보호하고 도장 작업에 필요 없는 것들은 제거해야

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 91/141 |

한다.

- 도장 작업이 완료된 뒤 제거된 부분의 재설치 : 도장 작업이 완료된 후 잠시 떼어놓았던 모든 것에 대한 재설치 작업은 숙련된 작업자가 수행하여야 한다.

2) 도장 작업 준비

다음과 같이 shop에서 마감되지 않은 도장작업 대상물들을 준비한다.

- 일반사항

- 도장 작업이 되어야 할 대상물이 하도도장이나 마감 도장을 하기 전에 기름 자국이나 페인트 껍질이 벗겨졌거나 완벽히 도장이 안 된 부위와 다른 이 물질이 있는 것들은 모두 제거한 후 깨끗한 상태로 하여야 한다.
- 부적합한 프라이머가 도장 되었을 경우 제거하고 재 하도도장을 하여야 한다. 부적합한 도장으로 인하여 재도장이 되면 감독원에게 제 도장에 대한 비용을 청구할 수 없다.
- 표면 처리 과정에서 발생하는 먼지나 오염물질들이 새로 도장 되는 부분에(마르지 않아 축축한 곳) 떨어지지 않게 주의해야 한다.

- 강재의 shop 준비 사항


제작사의 마감 도장 시 제작사가 권유한 사항에 따라 shop 준비가 되었는지 확인하여야 하며 현장에서 추가 공급 및 조치해야 할 사항들이 발주자의 추가 비용 발생 없이 현장 작업을 수행해야 한다.

- 강재의 현장 준비 사항

- 페인트 제작사가 추천한 솔벤트 세정제를 사용해서 표면을 세척해야 한다. 핸드 스크래퍼, 철술, 파워 스크래퍼, 샌드블라스트를 이용하여 금속 문, 철골 및 기타 철제품들의 모든 곳의 녹이나 먼지를 제거해야 한다.
- 도장하기에 앞서 샌드블라스트나 산 세척을 이용해 표면 처리를 해야 한다.
- 잘못된 도장 부분은 깨끗하게 제거하고 정상적인 도장 작업을 하기 전에 부분적으로 현장 보수도장을 실시하여야 한다. 또한, 보수도장을 실시하는 프라이머의 재질이 적합한 것인지 확인하여야 한다.

- 아연도금 철

- 도장이 된 표면에서 오염물과 기름때 등을 깨끗이 제거한 후 제작사가 규정한 솔벤트 등을 이용하여 깨끗이 세척한다.

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 92/141 |

- 아연도금 코팅 부의 손상이 없도록 주의해서 핸드브러시 또는 파워브러시로 녹 등을 제거한다.
- 아연도금 코팅 부의 손상이 없도록 주의해서 기계적 방법으로 아연도금 시 사용되었던 보조 용구 및 기타 불필요한 것 등을 제거하여야 한다.

3) 재질 준비

- 혼합 : 제작사의 요구사항에 따라 페인트 재료를 준비하고 혼합한다.
- 컨테이너 : 이물질이나 찌꺼기 등이 섞이지 않게 깨끗한 상태의 페인트를 사용할 수 있게 하려면 컨테이너를 사용하여야 한다.
- 저장 : 페인트를 사용하지 않을 때는 컨테이너의 뚜껑을 잘 막아 보관하여야 한다.
- 휘젓기 : 페인트를 사용하기 전에 같은 밀도를 가질 수 있도록 잘 섞어 사용한다. 또한, 페인트를 보관하는 동안 만들어진 표면의 피막 부위는 제품과 섞이지 않도록 제거한다. 피막을 제거하는 데 필요하다면 페인트를 걸러서 사용하도록 한다.
- 희석 : 제작사가 권유한 희석제와 수량만큼만 사용해야 한다.


7.3.2. 도장 Schedule

- 1) 도장 색상에 대해서는 발주자의 색상 스케줄을 사용하여야 한다.
- 2) Shop 및 공장에서 실시된 하도도장이 된 곳에 대해서는 shop 및 공장에서 규정된 마감 도장에 적합한지 확인하고 본 시방서 도장 스케줄에 적합한지 확인하여야 한다.
- 3) 제작자가 제시한 최소 건조 피막 두께를 각 도장에 적용해야 한다. 그러나 본 시방서 도장 스케줄에 규정된 최소 건조 피막 두께보다는 얇게 하지 말아야 한다.

7.3.3. 도장 작업

1) 일반사항

- 도장 할 대상물에 대한 검사나 환경은 본 시방서에 따라 수행되어야 한다.
- 도장 작업 수행에 미비한 사항이 발견될 때는 즉각 중지하고 미비한 사항이 완전히 수정 및 보완되기 전에는 작업을 진행하지 말아야 한다.
- 미비한 사항이 완전히 수정 보완이 되었을 경우는 감독원의 승인을 받은 후 작업을 재개하여야 한다.

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 93/141 |


- 도장 피막 형성에 지장을 주는 더러운 먼지, 녹, 그리스, 습기 및 거친 표면 등이 있을 때는 도장을 하지 않아야 한다.
- Shop에서 시행된 도장 부위가 손상되었거나 벗겨진 부분의 보호를 위해 현장 보수도장을 실시하여야 한다.
- 상대 습도가 85% 이상인 기후조건에서는 샌드블라스팅 작업을 금한다.
- 샌드블라스팅은 규정된 도장 사양에 의하여 기준 정도에 적합하게 실시되어야 하며, 샌드블라스팅이 완료된 후 최대 3시간 이내에 도장작업이 완료되어야 한다.?

2) 도장 시공

- 도장작업 및 표면 처리 작업을 시작하기 전에 성공적인 도장 작업을 위하여 감독원에게 작업 내용을 통보하여야 한다.
- 도장 스케줄에 나타나 있는 도장의 회수는 shop에서의 도장과 공장에서의 도장을 포함하며 최소한으로 하여야 한다. 부분적으로 미완성된 곳이 있다면 추가로 보수도장을 해야 한다.
- 피막 두께와 도장의 횟수는 적용 방법에 상관없이 동일하다. 제작사의 요구사항처럼 전 단계의 도장이 완전히 건조되기 전까지는 후속 도장 하지 말아야 한다.
- 마감 도장이 완료되었을 때 전 단계의 도장 표면이 보이면 전 단계의 도장 표면이 보이지 않도록 추가 도장작업을 해야 한다. 평평한 부분의 표면은 건조된 피막 두께가 같게 도장 해야 하고 특히 모서리, 곡관 부, 용접 부위 등에는 두께가 같도록 주의해야 한다.
- 도장 절차
 - 페인트 제작자의 요구사항에 맞는 도장시스템을 적용한다.
 - 별도 명기가 없는 한, 모든 철제품에 대한 표면에 대해서는 관련 규정에 따른다.
 - 페인트 스케줄에 규정되어 있는 것과 같이 혼합 및 하도, 중도, 상도의 최소 피막 두께를 적용한다.
 - 각각의 도장 두께는 페인트 스케줄에서 확인하고 도장을 하여야 한다.

3) 부식방지 프라이머

부식방지 프라이머의 두께는 최소한 10 micron이 되어야 하고, 또한 외장에 추가로 사용되는 프라이머의 두께는 최소한 25 micron이 되어야 한다.

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 94/141 |

4) 건조

- 페인트 제작자가 요구하는 사항처럼 도장의 건조시간은 충분히 주어야 한다.
- 날씨 상태와 온도 및 습도 변화에 따라 충분한 건조가 되도록 건조시간을 증가시켜야 한다.

5) 고품질 도장

- 제작자의 요구사항에 따라 모든 도장은 스프레이식을 원칙으로 한다.
- 제작자의 요구사항에 부합되고 시방서의 도장 스케줄에 규정된 최소 건조 피막 두께에 맞게 도장 작업을 해야 한다. 표면온도가 응축이 예상되는 시점에는 도장을 하지 않는다.
- 현장에서 용접되어야 할 부위의 50 mm 이내에는 shop에서 도장을 생략하고 용접 작업이 끝난 후에 도장을 하도록 한다.
- Shop에서 도장 되지 않은 모든 면은 shop에서 blast 돼야 한다.
- 설치 후에 현장에서 연결되는 노출 부위와 도장이 안 된 부위 및 shop에서 도장한 것이 손상된 부위는 청소를 하고 같은 마감 페인트로 도장을 해야 한다.

7.3.4. 현장 품질관리

감독원은 도장작업이 행해질 때 페인트 재질의 테스트가 필요하다고 생각될 때는 언제든지 테스트를 요구할 수 있다.

1) 발주자는 사용되고 있는 페인트 재질의 견본을 독립된 검사 대행인을 고용하여 계약자의 참석 하에 접수, 검사 및 확인할 수 있다.


2) 검사 대행인은 KS 또는 ASTM의 관련 규정에 따라 검사를 수행하여야 하고 아래의 특성에 대해 검사를 해야 한다.

- 점착성
- 건조를 촉진시키기 위한 염분 분무에 의한 저항값
- 건조시간

3) 만약 검사 결과가 기술시방서에 적합하지 않은 재질을 사용했다면, 계약자는 도장작업을 즉시 중지하고 부적합한 페인트로 도장 된 부분도 깨끗이 제거하여야 하며, 시방서에 규정된 적합한 페인트로 재 도장을 하여야 한다.

7.3.5. 청소

1) 매일 작업 종료 시에는 빈통, 형걸 조각, 쓰레기 및 다른 폐기된 페인트

| | | |
|---|--------------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 95/141 |

재료는 현장에서 치워야 한다.

- 2) 도장작업의 종료 시에는 모든 유리류, 기계설비, 철물 류 등을 주의해서 청소한다.
- 3) 마감 면이 손상되지 않도록 주의해야 하며 작업장 인근 표면에 묻은 페인트 및 기타 물질은 제거해야 한다.

7.4. 도장 검사

- 7.4.1. 샌드블라스팅은 기준 정도에 적합하게 실시 후 외관 검사가 이루어져야 한다.
- 7.4.2. 도장 표면은 먼지, 모래 등 기타 이물질이 없이 미려하게 되어야 한다.
- 7.4.3. 도장 두께는 페인트 스케줄 내용을 확인하고 마그네틱 게이지로 건조 피막 두께를 측정한다.
- 7.4.4. 도막 두께는 건조 도막두께 측정기에 의하여 규정된 도막 두께로 도장 되었는지 확인하며 측정기는 사용 전 반드시 표준 시편에 의거 검 · 교정되어야 한다.


7.5. 보호 및 현장 보수

7.5.1. 보호

- 1) 도장 작업의 최종 완료 때까지는 작업이 계속되기 때문에 손상을 입지 않도록 마감 도장을 보호해야 한다.
- 2) 마감도 장 직후에는 마감 도장을 보호하기 위하여 “Wet Paint” 표시판을 설치하여야 한다.
- 3) 완료된 마감 도장을 보호하기 위해 덮어두었던 임시 보호 랩(Wrap)을 도장작업이 완료되었을 때는 제거해야 한다.

7.5.2. 현장 보수

- 1) 도장 작업이 최종 종료될 때까지는 모든 마감 표면의 손상 부위에 대해서 현장 보수도장을 실시해야 한다.
- 2) Shop 마감 항목
 - 현장 설치 직후 현장의 용접부, 볼트 연결부, shop 도장의 벗겨진 부분 얼룩진 곳 등을 브러시로 청소하고 시방서에 규정된 것과 같은 페인트로 최소 건조 피막 두께 75 micron으로 스프레이 도장을 하여야 한다.
 - 보수 도장한 부분이나 하도, 중도 및 상도도장을 할 때는 Shop에서 마감 도장에 사용된 것과 같은 재질을 사용하여야 한다. 중도 도장에서는 최소 건

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 96/141 |

조 피막 두께 125 micron으로 도장 해야 하고 상도도장에서는 50 micron으로 도장 해야 한다. (shop 도장과 동일)

- 마감 도장에 대한 보수도장을 실시할 때는 표시가 나지 않도록 하여야 한다.

3) 복합물, 에폭시 아연도금 류 등에 브러시나 스프레이로 보수도장을 실시해야 할 현장 마감 도장에 대해서는 최소 건조 피막 125 micron 두께로 실시하여야 한다.


4) 부식방지 손상부에 대한 보수는 대상 철제물들의 청소 및 재도장 준비를 하고 6시간 이내에 보수도장 작업을 해야 한다.

7.5.3. 아연도금 도장부의 보정 및 보수

1) 용접부 : 슬래그 찌꺼기와 용접할 때 튼 것 등 도장에 해로운 물질 등을 브러시로 제거한다. 만약 표면에 기름때가 있다면 인산염으로 제거한다.

2) 표면 손상에 대해서는 형성된 아연 산화물을 제거하기 위해 물과 부드러운 세제로 손상된 부분을 전반적으로 씻어준다.

3) ASTM 관련 규정에 따라 아연도금 합성제를 사용하여야 한다.

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 97/141 |

8. 보온 작업

8.1. 일반사항

8.1.1. 적용 범위

본 시방은 헬륨 전용 냉각수 loop 구축의 기기 및 배관류의 온도를 유지하기 위한 보온과 결로나 동결에 의한 피해를 방지하기 위한 보냉 작업과 고열로 인한 상해를 방지하기 위한 보온 작업에 관하여 적용한다. 배관의 보온은 헬륨 전용 냉각수 loop 구축 배관 중 옥외에 설치되는 배관이고, 설계도서에 명시된 재질과 방법에 따른다.

8.1.2. 관련 규격

보온 작업 재료는 특별한 지시가 없는 한 KS규격에 따른다. 단, KS규격에 명시가 없는 사항은 JIS나 ANSI 및 Maker Standard에 따른다.

8.1.3. 제출물

1) 자재공급 전 제출물

시공자는 다음의 사항을 자재공급 전에 감독원에게 제출하여 승인받아야 한다.

- KS 표시 품, 형식 승인 품 또는 기타 관계 법령에 따라 품질검사를 받았거나 품질인증을 받은 재료(이하 KS 표시 품)인 경우는 그 제품임을 증명하는 KS 허가증 등의 사본을 제출하여야 한다.
- 제품자료 : 각 기계설비 보온재에 대한 제조업자의 생산 기술자료 및 설치 지침서를 제출하여야 한다.
- 견본 : 해당 작업에 필요한 각종 배관과 기기의 보온재 견본을 제출하여야 한다.


2) 시공 상태확인서 : 이 절의 현장 품질관리 시공 상태 확인 규정에 따라 시공 상태 확인을 받게 되어 있는 항목에 대하여 현장대리인의 사전 현장점검 후 서명 날인한 시공 상태확인서를 제출하여야 한다.

3) 유지보수자료 : 각 기계설비 보온의 유지보수 자료 및 보수 자재 목록을 제출하여야 한다.

8.1.4. 품질 보증

보온 작업을 시행하기 전 감독원이 지정하는 장소에 시험시공을 하여 감독원의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

8.1.5. 운반, 저장 및 취급

| | | |
|---|--------------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 98/141 |

보온재, 피복재, 접착제 및 도장재의 현장 운반 시에는 제조업자의 상표가 붙은 용기에 넣어서 운반한다. 용기에는 제품의 내화 지수로 표시한다. 보온재는 오물, 물 및 화학적이나 기계적 손상으로부터 보호해야 한다. 손상되거나 물에 젖은 보온재는 설치할 수 없으며 현장에서 사용할 수 없도록 반출시켜야 한다.

8.1.6. 반입 자재 검수

- 1) 시공자는 자재 현장 반입 전에 감독원의 검수를 받고 반입하여야 한다.
- 2) 검수 항목은 규격, 구조 등의 육안검사 및 성능에 대한 품질시험성과표를 확인해야 한다.

8.2. 보온 자재

8.2.1. 냉각수배관 보온재

1) 보온통 및 보온대

- 경질 우레탄 보온재

KS로 규정된 경질 우레탄폼 보온재의 보온판 및 보온용 통으로 한다.

- 고무 발포 보온재

EPDM(Ethylene Propylene Diene Monomer) 또는 NBR(Nitrile Rubber) 합성 고무 재질을 발포한 탄성 계 독립 기포 구조 제품으로 한다.

2) 외장재

- 컬러 아연철판 : KS 규정의 용융아연도금 강판 및 강대 또는 동등 이상의 제품으로 판 두께는 0.45 mm로 해야 한다.


- 알루미늄판 : KS 규정의 알루미늄이나 알루미늄 합금판 및 조 또는 동등 이상의 제품으로 판 두께는 보온 외경 250 mm 이하의 관, 밸브 등에 사용하는 경우는 0.4 mm, 250 mm를 초과하는 경우는 0.6 mm 기타는 0.8 mm로 해야 한다.

3) 보조재

- 비닐 접착테이프 : KS 규정의 포장용 폴리염화비닐 접착테이프에 의한 0.2 mm의 것, 또는 동등 이상의 제품이어야 한다. 고무 발포 보온재는 전용의 접착테이프를 사용한다.

- 아연 철선 : KS 규정의 철선 또는 동등 이상의 제품에 의한 아연도금철선으로서 굵기는 0.6 mm 이상이어야 한다.

- 메탈라스 : KS 규정의 메탈라스 또는 동등 이상의 제품에 의한 호칭 망눈 21~28의 것으로 사용 철선은 지름이 0.4 mm 이상의 아연도금이 된 것이어야

| | | |
|---|-------------------------------|--------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 99/141 |

한다.

- 밴드, 평 밴드 : KS 규정의 냉간 압연 스테인리스강관 및 강대 등에 따라 제작한 것으로서 어느 쪽이든 두께 0.15 mm 이상이어야 한다.
- 밀봉재 : 클로로프로렌 고무계 밀봉재 또는 실리콘 밀봉재로 해야 한다.
- 고무 발포 보온재의 접착제 : 전용의 접착제를 사용한다.

8.3. 보온 시공


8.3.1. 일반사항

- 1) 건축물의 방화구획, 방화벽 기타 법규에 지정된 칸막이 또는 벽 등을 관이 관통하는 관 등의 소요 부분에 대해서는 필요한 내화성능이 있도록 불연재를 충전해야 한다.
- 2) 건축법, 소방법 등의 법규상 불연공법이 요구되는 곳은 불연재 또는 불연재에 준하는 내화성능이 있는 보온재, 외장재 및 보조재를 사용하여 피복 시공해야 한다.
- 3) 보온이 필요한 기기의 문 및 점검구 등은 개폐에 지장이 없고 보온 효과가 감소하지 않도록 시공해야 한다.
- 4) 보온이 필요한 배관 등의 지지대, 벽체 부착 브래킷의 지지부 및 지지하는 곳에 대하여도 보온해야 한다.
- 5) 배관 보온용으로 보온통의 사용이 곤란한 곳은 동일 재질의 보온대 및 보온판 등을 사용하여야 한다.
- 6) 외기 조건 등이 특수하여 보온통의 두께가 기성 제품의 시방에 맞지 않을 때는 보온통 위에 동질의 보온판 및 보온대를 감거나 보온통을 이중으로 겹쳐 시공한다.
- 7) 배관의 보온 마감 면의 간격은 수평 배관일 경우 50 mm, 근접 시설물에 대해서는 25 mm의 공간을 둔다. 파이프 온도가 0℃ 이하의 경우 특별한 공간 배치가 요구된다.

8.3.2. 보온을 요하지 않는 부분

발주 시방에 별도의 기술이 없는 경우 다음에 따른다.

- 1) 배관, 밸브와 플랜지
 - 옥내 냉각탑수 배관
 - 보온이 필요하지 않은 장비의 배수관

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 100/141 |

- 공기 빼기 및 배수밸브 이후 배관

8.3.3.

보온 두께

- 1) 보온 두께는 보온재만의 두께를 말하며 외장재, 보조재 등의 두께는 포함하지 않는다.
- 2) 결로 및 동파 방지가 동시에 필요한 경우의 보온 두께는 두 가지 중에서 두께가 큰 쪽의 시방을 적용해야 한다.
- 3) 기기 및 배관의 보온 두께는 이 절의 “6.3” 항에 있는 조건과 시공 장소의 조건이 현저하게 다른 경우는 그 조건에 따라 KS F 2803(보온, 보냉 작업의 시공 표준)에 준해서 산정되는 것이어야 한다.
- 4) 보온과 보냉이 동시에 필요한 경우의 보온 두께는 두 가지 중에서 두께가 큰 쪽의 시방을 적용해야 한다.
- 5) B&C 배관의 보온 두께는 400℃ 이상에서 7일간 운전하였을 때 보온재 외 표면의 온도가 40℃를 초과하지 않는 두께로 적용 설치해야 한다.
- 6) 도면의 보온 기호 표기법

표 6-1. 도면의 보온 기호

| 표기 방법 | A | K | 2 |
|-------|---|---|--|
| 분류 명칭 | Material | Cover | Insulation thick |
| 세부 명칭 | A : Cold Conservation B : Hot Conservation C : Winterization Electrically traced | A : 0.45mm AL K : 0.45mm Color sheet M : Mastape (for trench) | 1. 13mm 고무발포 2. 19mm 고무발포 3. 25mm 고무발포 4. 32mm 고무발포 |

EX) 300A-DIS-0401-S26-AK2(300A DI Water Pipe 19 mm 고무 발포 보온 후 컬러 철판 마감)


6) 장비 보온

열교환기의 보온은 19 mm 고무 발포 보온 후 외장 50T 이상의 컬러 철판 마감을 한다.

8.3.4.

보온 시공

- 1) 보온 될 모든 부위는 수분을 제거해야 하며 오염된 상태에서의 시공은 금한다.
- 2) 보온재의 이음 부분은 틈새가 없도록 시공하고 겹친 부위의 이음 선이 동일 선상에 있지 않도록 해야 한다.


| | | |
|---|--------------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 101/141 |

- 3) 고무 발포 보온재는 보온통을 그대로 배관에 끼우거나, 절개 후 배관을 감싼 다음 절개 부위에 전용의 흑색 접착제를 도포하여 접착시킨다. 100 mm 이상 대구경인 경우는 보온 매트를 사용하고, 접착한 부위에는 난연성 PVC 보강 테이프를 추가 조치할 수 있다. 특별히 금속 표면의 부식을 막기 위해 코팅을 해야 할 때는 네오프렌계 접착제를 병용한다.
- 4) 배관의 철선 감기는 대(帶) 모양재 일 때는 50 mm 피치 이하의 나선 감기로 조이고, 통 모양 재일 때는 1본에 대해 2개소 이상 감아 조인다.
- 5) 철판 등을 말아서 마감할 때 관의 직관 부에는 축 방향 이음(seam) 연결 또는 보턴 편치 이음, 곡관 부에는 새우등형 커버 또는 공장가공 성형품으로 하고 옥내 다습한 곳의 이음매는 밀봉재로 마감해야 한다.
- 6) 옥내 노출배관의 바닥 관통부는 보온재 보호를 위하여 바닥에서 150 mm 높이까지 아연철판 피복 또는 스테인리스밴드 조임 등으로 보호해야 한다.
- 7) 결로방지 보온의 지지부는 보온재와 같은 두께의 목재, 코르크 또는 합성수지재 등의 잡자재로 지지대를 설치하고 행거 밴드 또는 U-볼트로 고정하여야 한다. 부득이 지지대가 배관에 직접 접촉하는 경우는 보온 표면보다 150 mm 거리까지 결로방지를 위해 두께 13 mm의 고무 발포 보온재(기타 보온재인 경우 20 mm)로 지지부를 피복해야 한다.
- 8) 옥내 노출 관의 보온 변형 부분 및 분기 굴곡부 등에는 밴드로 고정한다. 밴드 폭은 보온 외경 150 mm 이하는 20 mm로, 150 mm 이상은 25 mm로 한다.
- 9) 밸브 및 플랜지의 보온 시공은 배관 시공에 따르고, 노출 밸브류는 지정 외장재로 마감하여야 한다.
- 10) Cerakwool 보온재는 보온통을 그대로 배관 양쪽에서 끼우고 배관을 감싼 다음 철선 감기를 한 후 masking tape로 보온재를 감싸고 다시 알루미늄 sheet로 감싸기를 한다.

8.4. 보온 검사


8.4.1. 일반사항

- 1) 보온 검사는 외관 검사 및 두께 검사로 한다.
- 2) 보온 된 모든 부위는 보온재 및 외장재 표면에 오염이나 손상이 없어야 한다.

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 102/141 |

8.4.2. 시험 및 검사

- 1) 사용 재료 중 KS 표시 품은 시험 및 검사를 생략할 수 있다.
- 2) 시공자는 KS 표시 품이 아닌 것에 대하여는 사용 재료의 모양, 치수, 구조 등을 확인하고 품질시험 대행 기관의 품질시험성과표 또는 검사증을 제출하여 성능을 확인받아야 한다. 필요한 경우에는 감독원의 입회시험 및 검사를 시행해야 한다.

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 103/141 |

9. 시험 및 검사

9.1. 일반사항

9.1.1. 적용 범위

본 시방은 헬륨 전용 냉각수 loop 구축의 각 장치와 배관, 계장기기, 제어시스템 등과 시운전을 포함한 모든 시험 및 검사에 대하여 적용한다. 모든 배관 및 장비, 계장기기, 제어시스템은 본 시방서 “7. 시험 및 검사”에 따라 시험 및 검사를 시행하여 이상이 없어야 한다.

9.1.2. 시험 및 검사방법

- 1) 자체검사 : 시공사 품질관리 요원 및 검사원들에 의하여 수행되는 공정간 검사를 말한다.
- 2) 입회 검사 : 발주처 감독원이나 혹은 그를 대행하는 제3의 검사기관의 입회하에 시행하는 검사를 말한다.
- 3) 맨눈검사 : 시력이나 렌즈로 직접 확인하는 검사를 말한다.
- 4) 충수검사 : 손으로 만져 직접 확인하는 검사를 말한다.
- 5) 비파괴검사 : 시설물 또는 샘플을 파괴하지 않고 방사선 투과, 칼라 체크, 자분탐상 등의 방법으로 시행하는 검사를 말한다.
- 6) Sampling test : 시설의 일부를 지정 또는 시편을 마련하거나 수질검사와 같이 일부를 받아서 검사하는 방법을 말한다.
- 7) 공학적인 검사 : 검사 장비를 이용한 검사방법을 말한다.
- 8) 비교검사 : 표준자료와 대조하는 검사방법을 말한다.

9.1.3. 시험 및 검사

- 1) 검사 : 자 재검사, 외관 검사, 용접검사, 보온 검사, 파괴 및 비파괴검사, 누설검사, 완성검사, 조립검사, 배선 검사, 포장 및 출하 검사, 입고 검사, 운전 상태 및 기능검사 등
- 2) 시험 : 내압 및 기밀시험(수압 및 공압 시험, 통수 시험, 진공시험), 성능 시험(유량, 압력, 용량, 전류, 전압, 열성능, 소음 및 진동, 회전수 등), 안전 장치 작동시험, 종합 성능시험 등

9.2. 시험 및 검사 대상 기자재

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


| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 104/141 |

표 7-1. 시험 및 검사 항목

| 품 목 (1) | | 검사 (○ 표를 실시한다.) | | |
|---------------------|----------|-----------------|---------------|-------------------------------------|
| | | 외관검사 (2) | 기능 및 성능검사 (3) | 시험항목 (4) |
| 열원장치 | 열교환기 | ○ | ○ | 능력, 유량, 손실수두, 기밀시험 |
| 반송장치 | 순환펌프 | ○ | ○ | 양정, 양수량, 축마력 및 운전 상태에 따른 수압시험(펌프본체) |
| 탱크 류 | 압력수조 | ○ | ○ | 수압 및 내부방청 피막시험 |
| 관류 및 판재류 | | ○ | - | 수압 및 공기시험 |
| 밸브 류 (Valve) | 일반밸브 | ○ | ○ | 수압시험 |
| | 감압밸브 | ○ | ○ | 수압 및 작동시험 |
| | 안전밸브 | ○ | ○ | 수압 및 작동시험 |
| | 온도조절 밸브 | ○ | ○ | 수압 및 작동시험 |
| | 전자밸브 | ○ | ○ | 수압 및 작동시험 |
| | 전동밸브 | ○ | ○ | 수압 및 작동시험 |
| | 정유량 밸브 | ○ | ○ | 수압 및 작동시험 |
| | 스트레이너 | ○ | ○ | 수압시험 |
| 계기 류 (Gauge) | 계량기 | ○ | ○ | 작동시험 |
| | 자동제어 기기류 | ○ | ○ | 작동시험 |
| 보온재 (Insulation) | 주 재 | ○ | - | |
| | 외장재 | ○ | - | |
| | 보조재 | ○ | - | |

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


9.3. 시험의 입회

9.3.1. 입회 검사 신청

- 1) 시험 및 검사 절차서에 따라 최소한 검사 예정일 7일 전 발주처에 서면으로 검사 신청이 돼야 한다.
- 2) 만약, 검사관의 입회가 불가능할 때는 품질관리 요원의 책임 아래 입회 검사관의 입회 없이 검사가 수행될 수도 있으나, 사후에 반드시 감독원의 확인을 득하여야 한다.

9.3.2. 입회 검사 대상

다음 항목에는 감독원과 시공자가 입회하에 시행한다.

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 105/141 |

- 1) 주요 장비와 장치의 시공 및 시험조정 시운전
 - 냉각탑
 - 펌프류
 - 밸브류
 - 기타 장비 및 기기 류
- 2) 시공 후 관리가 어려운 은폐 배관 등의 시공
- 3) 배관의 구간별, 전체 수압 시험
- 4) 개별 제어시스템 및 자동제어시스템(DCS) 시운전 조정
- 5) 시스템(System)의 종합시운전

9.4. 기기 및 배관의 시험

9.4.1. 압력 및 누수 시험방법

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

표 7-2. 압력 및 누수 시험방법


| 종 별 | 시험방법 | 시험압력 | 시험기간 |
|---|------|---|--------|
| DI Water cooling system Chilled/Tower water 배관 | 수압시험 | 최고 사용압력 $\times 2$ 최저시험압력 $10\text{kg}/\text{cm}^2$ 이상 | 60분 이상 |
| N ₂ gas 배관 | 기압시험 | $17.5\text{ kg}/\text{cm}^2$ 이상 | 15분 이상 |
| Air 배관 | 기압시험 | 최고 사용압력 $\times 1.25$ 최저시험압력 $10\text{kg}/\text{cm}^2$ 이상 | 15분 이상 |
| 펌프 본체 | 수압시험 | 전 양정 상당압 $\times 2$ 배압이 있을 때는 (정양정상당압 $\times 2$)+(배압 $\times 1.5$) | 전 펌프류 |
| B&C 배관 | 공압시험 | 최고 사용압력 $\times 1.5$ | 60분 이상 |

9.4.2. 수압 및 누수시험 용수

헬륨 전용 냉각수 loop 구축의 기압시험은 질소가스 또는 공기압을 이용하고, 수압 및 누설시험은 시수 또는 순수를 사용하며 최종 수세는 반드시 순수를 사용한다.

9.5. 자재 검사 및 제작 검사


9.5.1. 자재의 품질보증

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 106/141 |

- 1) 압력 부위에 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 수입검사가 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) 마킹 검사
 - 모든 자재(철판, 파이프, 플랜지, 기타 부속 자재)는 자재 보증서에 기록된 사양에 따라 품질표시가 기록되어야 한다.
 - 마킹 검사는 관련 도면 및 절단 지시서에 따라 마킹이 되어야 하며 여러 조각으로 절단 시에는 로트번호 등이 추적될 수 있도록 필요한 마킹 조치를 시행하여야 한다.
 - 마킹은 스틸 펀치나 매직펜으로 실시한다. 절단 시에는 로트번호 등이 추적될 수 있도록 필요한 마킹 조치를 시행하여야 한다.
 - 5) 개선 및 취부 검사
 - 개선 및 취부 검사는 관련 도면 및 용접 시방서에 따라 실시되어야 한다.
 - 탄소강이나 저합금강은 산소절단에 의하고 스테인리스강이나 고합금강은 플라즈마나 기계 절단에 의하여야 한다.
 - 검사 주요항목은 다음과 같다.
- 개선 면과 루트 캡, 개선 면의 외관 상태, 가접 상태, 외관 청결도
- 맞대기 용접에서 취부 허용 공차는 아래와 같다.

표 7-3. 맞대기 용접 취부 허용 공차

| 단면두께 | 최대 허용 공차(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 |

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 107/141 |

| | | |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| $20 < \text{두께} \leq 38$ | 두께 $\times 0.25$, 최대 3 | 5 |
| 두께 > 38 | 두께 $\times 0.25$, 최대 3 | 두께 $\times 0.25$, 최대 6 |

- 개선 및 루트 캡 : 용접 시방서의 지시 값에 따라야 한다.

9.5.2.

용접검사

- 1) 모든 용접은 규정된 용접 시방서에 따라 기량 시험에 합격한 용접사에 의해서 수행되어야 한다.
- 2) 모든 용접은 용접 전, 중간 용접 상태, 최종 용접 상태 등이 규정에 따른 해로운 결함이 없어야 한다.
- 3) 모든 용접은 크랙, 언더컷, 오버랩 등 외관상 해로운 것이 없어야 하며 최대 허용치는 아래와 같다.

표 7-4. 용접 결함 허용 공차

| | |
|---------------|----------------|
| 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 |
| 맞대기 용접의 덧살 두께 | |


표 7-5. 용접 최대 허용 덧살

| 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 |

9.5.3.

비파괴검사

- 1) 비파괴검사의 대상 및 방법은 감독원과 협의 결정한다.
- 2) 방사선 시험
 - 방사선 시험의 시험 정도는 감독원의 지시에 따라야 한다.
 - 온 길이 용접 방사선 시험이 규정된 경우에는 모든 길이 및 원주 방향의 맞대기 용접 부위의 10% 이상 실시되어야 한다.

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 108/141 |

- 부분 용접 방사선 시험이 규정된 경우에는 각 길이 및 원주 방향의 맞대기 용접 부위에 최소 1개소 이상 방사선 시험이 실시되어야 한다.
- 방사선 시험 규정 및 판정은 KS 규정의 강 용접부의 방사선 투과 시험방법과 투과 사진의 등급 분류에 의거 시행한다.
- 방사선 시험 결과 KS에 규정한 합격 범위에 벗어났을 때는 수정 및 재시험이 다음 항목에 따라 이루어져야 한다.
- 온 길이 용접 방사선 시험이 규정된 경우에는 불합격 개소에 수정 및 재시험을 시행한다.
- 부분 용접 방사선 시험이 규정된 경우에는 최소 불합격 시험 부위와 같은 용접부에서 추가로 2개소를 시험한다.
- 추가 2개소 시험 결과 1개소라도 불합격 판정이 나면 그 부분 전 길이에 대하여 방사선 시험을 시행한다.

3) 초음파시험

- 모든 초음파시험의 적용 규정도 발주자로부터 승인받은 제조자의 표준 규정에 따른다.
- 만약 시험 시 의심스러운 반사파가 발견되었을 때는 감독원과 협의 후 다른 검사방법으로 결함을 재확인할 수 있다.

4) 자분탐상 시험 및 액체 침투시험

- 시험의 판정 기준은 KS 규정의 액체 침투탐상 시험의 방법 및 결함지시 모양과 등급 분류, 철강 재료의 자분탐상 시험의 방법 및 등급 분류에 따른다.

9.5.4. 치수 검사


- 1) 치수 검사는 제작도면의 치수에 따라서 확인되어야 하며 치수별 허용 공차는 허용 공차 규정에 따른다.
- 2) 내경의 측정은 최소 4개소 이상 측정함을 원칙으로 한다.

9.5.5. 압력시험

1) 수압시험

- 제작이 완료된 후 규정된 도면 및 사양에 의거 수압시험이 시행하여야 하며 압력 유지 시간은 최소 1시간으로 한다.
- 수압시험용 물은 시수와 순수를 사용하여야 한다.

9.5.6. 포장 및 출하 검사

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 109/141 |

1) 포장

- 완성된 기기 및 장비는 출하 목적에 따라 기기 번호 및 방향 표시 등이 시행되어야 한다.
- 모든 기계가공 면은 테이프로 표면을 보호한다.
- 개방된 모든 노즐 구멍은 이물질의 인입 방지를 위해 밀폐 포장한다.
- 바닥 면은 나무 받침 포장을 원칙으로 한다.

2) 출하

- 사용처에서 쉽게 식별 및 인수가 가능토록 정확한 출하 목록표를 작성하여야 한다.
- 운반 시 요동에 의한 흔들림 방지를 위해 나무 받침 포장을 시행한다.

9.6. 시험 성적서

9.6.1. 시험 성적서


- 1) 시험 및 검사 절차서에 따라 실시된 모든 시험 및 검사는 시험 성적서로 기록이 유지되어야 한다.
- 2) 모든 시험 성적서는 입고 전 감독원의 검토 및 승인을 받은 후 입고 시 기기와 동승 될 수 있도록 한다.

9.6.2. 시험 결과 보고서

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

9.7. 부적합 사항관리

- 9.7.1. 계약자는 제작, 시험, 검사 과정에서 부적합 사항이 발견되면 즉시 해당 품목의 작업을 중지하고 품질보증 요건에 따라 처리하여야 한다.
- 9.7.2. 부적합 사항의 처리 과정이 다중의 작업공정, 검사 및 시험이 요구되는 경우 별도의 품질검사 계획서를 작성하여 발주자의 검토를 받아 시행하여야 한다.
- 9.7.3. 부적합 품목을 현 상태 사용(Use-As-Is) 또는 수리하여 사용할 경우 발주자의 승인을 받아야 한다.
- 9.7.4. 계약자는 발주자가 승인한 내용에 따라 필요한 조치를 완료하고 발주자의 담당 검사자로부터 종결 확인 서명을 받아야 한다.
- 9.7.5. 종결된 계약자 부적합 사항보고서는 품질증빙서류에 포함되어야 한다.

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 110/141 |

9.8. 공급자 불일치 사항관리


9.8.1. 계약자는 계약 이행 과정 중 아래와 같은 제작·설치 시방서 요건과 불일치 상황이 발생하면 발주처 양식의 “공급자 불일치 사항 처리 요청서”를 발행하여 발주자에게 제출하여야 한다.

- 1) 제작된 또는 제작 중인 기자재, 용역 및 제작 설치가 구매계약 요건에 맞지 않을 때
- 2) 공급자가 계약서상의 일부 내용을 변경하고자 할 때
- 3) 부적합 사항에 대해 현 상태 사용(Use-As-Is) 또는 수리 사용 시

9.8.2. 계약자는 공급자 불일치 사항 처리 요청서가 종결되지 않은 상태에서 기자재(또는 용역 및 제작 설치)를 출하할 수 없다.

9.8.3. 계약자 불일치 사항 처리 요청서는 부적합 사항보고서(NCR : Non-Conformance Report)의 처리 수단으로는 가능하나 그 대체 목적으로는 발행할 수 없다.

9.8.4. 종결된 공급자 불일치 사항 처리 요청서는 품질증빙서류에 포함되어야 한다.

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 111/141 |

10. 잡철물 제작 설치 작업

10.1. 일반사항

10.1.1. 적용 범위

본 시방은 헬륨 전용 냉각수 loop 구축의 배관 지지, 기기 등의 공작물의 철재 및 용접 작업에 적용한다. 다만, 발주처의 지시가 있는 경우 설치 위치의 주변 여건과 특수성이 있는 부분은 주 구조물과 같은 재질 또는 그 이상의 재료를 사용하여 설치한다.

10.1.2. 참조규격

- 1) KS B 0885 용접 기술검정에 있어서의 시험방법 및 판정 기준
- 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 탄소강관
- 8) KS D 7004 연강용 피복 아크 용접봉
- 9) KS D 7006 고장력 강용 피복 아크 용접봉

10.1.3. 제출물


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

- KS 표시품, 형식 승인 품 또는 기타 관계 법령에 따라 품질인증을 받은 제품을 사용하여야 하며, 품질인증을 받은 재료(이하 KS 표시품)인 경우에는 그 제품임을 증명하는 KS 허가증 등의 사본을 제출하여야 한다.

- 제품자료 : 각 기계설비 강재 및 용접봉 등 보조재에 대한 제조업자의 생산 기술자료 및 설치 지침서를 제출하여야 한다.

- 견본 : 해당 작업에 필요한 각종 강재 및 용접봉 등 보조재 견본을 제출하여야 한다.

- 2) 시공 상태확인서 : “8. 잡철물 제작 설치 작업”의 현장 품질관리 시공 상태 확인 규정에 따라 시공 상태 확인을 받게 되어 있는 항목에 대하여 현장 대리인의 사전 현장점검 후 서명, 날인한 시공 상태확인서를 제출하여야 한다.

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 112/141 |

다.

3) 유지보수자료 : 각 기계설비 강재 및 용접봉 등 보조재 자료 및 보수자재 목록을 제출하여야 한다.

10.1.4. 품질보증

기기 및 가대에 대한 강재 제작 및 용접 작업을 시행하기 전 감독원이 지정하는 장소에 시험 시공을 하여 감독원의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

10.1.5. 운반, 저장 및 취급

강재 및 용접봉 등 보조재의 현장 운반 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.

10.2. 재료

10.2.1. 강재

주장치실에 사용하는 강재는 KS D 3698(냉간압연 스테인리스 강판 강재), KS D3705(열간압연 스테인리스강판 강재)를 사용하며, 그 외의 부분의 강재는 KS D3503(일반 구조용 압연 강재) 및 KS D 3566(일반구조용 탄소강판)에 따르고 용융아연도금, 전기도금, 또는 도장으로 옥외에 사용하는 경우는 용융 아연 도금의 것으로 한다.

10.2.2. 볼트, 너트 및 와셔

1) 볼트, 너트 및 와셔의 재료는 주장치실은 STS 재질을 사용하며, 그 외의 장소에는 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) 앵커 볼트의 나사는 볼트 나사에 준하며 미터나사 보통 나사의 3급 이상으로 한다.

5) 고장력 볼트, 너트 및 평와셔의 세트는 KS B 1010(마찰 집합용 고장력 6각 볼트, 6각 너트, 평와셔 세트)의 제품으로 한다.

10.2.3. 용접재료

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 113/141 |

용접재료는 KS D7004(연강용 피복 아크 용접봉), KS D7005(연강용 가스용 접봉), KS D7006(고 장력용 피복 아크 용접봉)의 제품 또는 기타 적합한 양질의 재료로서, 용접 조건에 의해서 선정한다.

10.3. 시공

10.3.1. 강재 가공

1) 선 굿기 작업

- 선 굿기 작업은 공작도, 현 척도, 형판이나 자 등으로 정확하게 시행한다.
- 공작상 결함이 발생하기 쉬운 부분 및 지정된 부분에는 유해한 손상을 일으킬 수 있는 정, 각인 및 센터펀치 등을 사용해서는 안 된다.

2) 절단 및 굽힘 가공

- 소재의 절단면은 지정한 것 이외에는 재료의 축과 수직이 되도록 한다.
- 가스절단을 할 때는 자동 가스절단으로 하고 부득이한 경우는 감독원의 승인을 받고 수동 가스절단기로 해도 좋다. 수동 가스절단의 경우는 모양, 치수 등을 정확하고 깨끗하게 작업하고 절단면을 그라인더 등으로 다듬질을 한다.
- 절단면에 유해한 요철, 흠, 절단 부족 및 슬래그의 부착 등이 생기는 경우에는 수정하거나 제거하여야 한다.
- 절단 치수는 가공 때문에 생기는 수축, 변형 및 마무리 상태 등도 고려한 크기로 한다.
- 굴곡 가공은 기계적 상온가공 또는 열간 가공으로 한다. 열간 가공은 소재의 열처리에 알맞은 온도에서 행하고 급랭해서는 안 된다.
- 강판을 기계 절단기로 절단할 때는 두께 9 mm 이하로 한다.


3) 교정 작업

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

10.3.2. 볼트 조이기

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

10.3.3. 용접

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 114/141 |

1) 용접사

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

2) 재료 준비

- 끝 가공 모양은 재질, 모양 또는 시공 방법에 따라 정하는 것으로 한다.
- 끝 가공은 원칙적으로 기계가공으로 한다. 단, 부득이한 경우는 자동 또는 수동의 열절단 가공으로서도 되지만, 그 경우는 반드시 그라인더로 마무리를 한다. 끝 가공 면을 깨끗하고 정확하게 마감하고 끝 가공 면에 부착해 있는 슬래그는 완전히 제거하여야 한다.
- 용접재료는 조심스럽게 취급하고 피복재의 벗겨짐, 오손, 변질, 흡습 및 녹이 생긴 것을 사용해서는 안 된다. 특히 용접봉의 흡습에 조심하여야 하며, 조금이라도 젖은 것을 사용해서는 안 된다.

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(주어진 용접 조건에 알맞은 구조 및 기능을 갖고 안전하게 용접할 수 있어야 한다.
- 용접부는 결함이 없고 표면이 매끈하여야 한다.
- 용접순서는 용접에 의한 변형 및 잔류 응력이 작아지도록 정한다.
- 용접자세는 부재의 위치 조정이 쉽게 하고 가능한 한 하향 방향으로 한다.
- 재질, 두께 및 기온 등을 고려하여 필요에 따라서는 예열을 한다.
- 용접 작업 중에는 누전, 전격 및 아크 광 등에 의한 사고, 또는 아크 및 용융 금속 등에 의한 화재 등을 방지하도록 조치한다.
- 용접에 의한 아연 증기 등의 유독가스 발생 우려가 있을 때는 충분히 환기를 시킨다.


5) 용접 완료 시의 확인

- 용접부 표면의 슬래그가 확실하게 제거되었는지를 확인한다.
- 용접부를 관찰하고 덧붙임 및 용접 각장 부족 등 결함이 없는지를 확인한

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 115/141 |

다.

- 용접금속의 크기 및 모양을 측정한다.

| | | |
|---|--------------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 116/141 |

11. 계장 작업

11.1. 일반사항

11.1.1. 적용 범위

본 시방은 헬륨 전용 냉각수 loop 구축의 계장 작업 및 자동제어시스템(DCS)에 적용한다.

11.1.2. 적용 법령 및 표준규격

- 1) 적용 법령 및 표준규격은 제작 설치 특정 사양과 도면에 지정한다.
- 2) 본 시방서에 기재된 사항은 계장 작업 설비 기준에 의해서 작성된 것으로 특기사항에 대하여서는 작업에 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 따른 것.
 - Instrument에 관한 매뉴얼(manual)

11.2. 계기 설치 작업


11.2.1. 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.

11.2.2. 계기의 설치

모든 계기는 각 계기의 지침서(Instrument manual) 및 제작 설치 도면에 따른 방법으로 시공함을 원칙으로 한다. 특히 시공 후 반드시 방습, 방진, 외부의 충격으로부터 보호될 수 있도록 보호 커버를 씌우며, Transmitter 및 output gauge에 대하여 아래의 방법으로 시공한다.

- 1) Support 용 Stanchion 및 설치 방법은 계장 도면과 같이한다.
- 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 쉬운 지점으로 선택한다.

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 117/141 |

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

11.3. 계장 1차 도압관 작업

11.3.1. 도압관의 일반적 시공 기준


- 1) 배관의 기울기는 계장용 공정 배관 요령 도면(Instrument piping hook-up DWG.)을 참고하고, 유체의 특성을 충분히 고려하여 검출기능이 약화되지 않게 한다.
- 2) 도압 인출부에서 계기까지 3 m가 넘는 도압 관은 배관 도중에 도압관 상호 간을 지지해 주거나 다른 구조물에 지지한다.
- 3) 차압계의 배관을 평행배관으로 하고 관의 상호 간격은 70 mm로 한다. 단, 배관을 보온할 필요가 있을 경우에는 150 mm로 한다.
- 4) 밸브 설치 시 도면에 지시되지 않은 것은 원칙으로 핸들을 상향으로 하고 통로 및 운전의 편의를 고려하여 설치한다.
- 5) 밸브의 사용 구분은 배관도, 배관재료 분류도, 및 배관재료 치수 도에 따른다.
- 6) 배관에 붙는 Flange, Tee, Elbow 및 Reducer 따위의 사양이 DWG., 배관자료 분류표, 배관재료 치수 도에 기재되어 있는 경우는 시공상 부적격한 개소가 있을 시 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 의문 사항이 있을 때는 발주처 감독자와 연락하여 협의할 것이며, 도면이나 사양서와 일치하지 않는 도급자 임의의 시공은 인정하지 않는다.

11.3.2. 현장 계기의 도압관

1차 도압관은 스테인리스 스틸 튜브를 사용한다.

11.3.3. 도압관 설치용 피팅류

도압관 설치를 위한 피팅류는 스테인리스 스틸과 동등에 속하는 급이어야 한다.

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 118/141 |

11.3.4. 계장 배관 Support

- 1) 철골 또는 배관 등의 구조물에 직접 지지대를 부착할 때는 전기용접으로 한다.
- 2) 콘크리트 구조물에 부착할 경우에는 앵커 볼트로 치부한다.
- 3) 수평 및 수직 계기의 배관 지지 간격은 현장 여건에 따라 1.0~2.0 m 이내의 범위로 한다.
- 4) 모든 도압관 및 제어 배관 등은 어떤 조건에서도 계기 자체에 유해한 응력이 가하지 않게 배열 설치하여야 한다. 진동이 심한 배관에는 공명(울림)을 최소화하는 데 필요한 지지 방법을 적용하여야 한다.

11.4. 계기 설치

11.4.1. 유량 측정 계기 설치


유량 측정 계기는 냉각설비에 이미 설치된 사양과 같거나 국내·외 최고 수준 또는 동급에 해당하는 제품이어야 하며 다음 사항에 적합하여야 한다.

- 1) 유량 측정을 위한 유량계는 차압식 오리피스 타입으로 한다.
- 2) 차압 발신기의 치부 및 배관 상의 주의할 점은 다음과 같다.
 - 차압 검출단에서 가능한 한 가깝게 치부한다.
 - 진동이 적고 외상을 입을 위험이 없는 곳에 치부한다.
 - 도압관 내부는 배관 치부 전에 장소를 깨끗이 한 후 배관하여야 한다.
 - 배관 시 굴곡부가 생기지 않도록 주의하고 만약 굴곡부가 생겼을 경우 배수밸브(drain valve)를 설치하여야 한다.
 - 수평부 배관에는 구배를 주어야 한다.
- 3) 차압 취출점(Primary Element)이 차압 전송기(Secondary Element)보다 아래에 위치한 경우와 차압 취출점이 차압 전송기보다 위에 위치한 경우 설치 개념도는 상세 설계 도면에 반영하여야 한다.

11.4.2. 압력측정계기 설치

압력측정계기는 냉각설비에 이미 설치된 사양과 같거나 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 설계 도면에 표시하여야 한다.

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 119/141 |

- 압력원의 압력변동(hunting)이 심한 고압의 배관인 경우는 적당한 압력 완충기(snugger)를 치부한다.
- 검출점이 수평으로 취출되었을 경우에는 수평 배관을 최대한 짧게 하여야 하며 구배를 주어야 한다.
- 2) 차압 감지 관은 양쪽 배관이 동일 온도를 유지할 수 있도록 최대한 같은 방법으로 설치하여야 한다.
- 3) 한 쌍의 차압 감지 관은 계기의 고압 단과 저압 단이 제 위치에 연결되도록 확실한 검사를 하여야 한다.
- 4) 완충기는 계기 차단 밸브의 출구 쪽 계기에 가깝게 설치하여야 한다.
- 5) 압력시험 단은 접근하기가 쉬워야 한다.
- 6) 발신기 및 현장 계기 치부 및 배관 시 다음 사항에 주의하여야 시공하여야 한다.
 - 고온, 다습, 부식성가스, 먼지가 심하지 않은 장소를 택하여야 한다.
 - 진동이 비교적 적은 장소를 택하여야 한다.
 - 도압관 내부는 배관 치부 전에 청소를 깨끗이 한 후 배관하여야 한다.
 - 현장 압력계 및 압력스위치는 운전원이 감시 및 보수점검이 쉬운 곳에 설치하여야 한다.
 - 도압관 배관 시 사용 자재는 도면에 명기한 재질과 규격을 사용하여야 한다.

11.4.3. 온도측정계기


온도측정계기는 냉각설비에 이미 설치된 사양과 같거나 국내·외 최고 수준 또는 동급에 해당하는 제품이어야 하며 다음 사항에 적합하여야 한다.

1) 설치 일반

열전대 또는 측온 저항체의 배선(wire)은 대전류 정압 배선으로부터 격리시켜 배선하고, 전선관 내에 배선할 경우는 신호 전송 회로만 수용하도록 한다.

2) 보호관

- 배관 내의 압력이 20 kg/cm²을 초과할 경우에는 용접을 하여야 한다.
- 보호관 삽입 깊이는 보호관 외경의 15D로 한다.
- 보호관은 유체조건에 따라 응력해석을 만족해야 하며 응력해석 기준에 의해 응력해석 담당이나 보호관의 공급자에 의해 확인돼야 한다.

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 120/141 |

11.5. 전선관 작업

11.5.1. 전선관 및 부속품의 선정

전선관 작업은 Tray로부터 분기하는 경로와 중간 접속함에서 계기까지의 경로 시공에 적용하며 주목적은 전선의 보호에 있다. 따라서 전선관 및 부속품은 본 작업의 특성에 적합한 방식, 방습, 방진, 방폭 등을 충분히 고려하여 선정 시공한다.


11.5.2. 전선관의 포설

- 1) 전선관을 매입하거나 관통하는 작업은 감독원의 지시에 따라 구조물의 구조 및 강도에 지장이 없도록 한다.
- 2) 관의 굴곡 작업은 다음과 같이 한다.
 - 굴곡반경은 내경의 6배 이상으로 한다.
 - 1개소의 곡률 각도가 90° 이상으로서 굴곡은 1구간에 3개소 이내로 하고 굴곡 각도의 합계가 270° 이내로 한다.
 - 관을 굴곡 할 때는 각각의 관에 적합한 규격의 파이프 벤더를 사용한다. 또 굴곡을 쉽게 하려고 관을 가열하거나 균열, 찌그러짐이 생길 수 있게 급격하게 굴곡 해서는 안 된다.
- 3) 관의 절단은 각각의 관에 적합한 관절단기, 쇠톱 등으로 행하고 가스용접기를 사용하여서는 안 된다.
- 4) 절단부의 관 내부는 리머 또는 줄 등으로 갈아서 매끈하게 한다.
- 5) 관에 나사를 낼 때는 탄소강관과 마찬가지로 기름을 치면서 행한다. 나사 부분은 관을 연결하기 전에 광명단(연부 80% 이상)을 바른다. 커플링 접속을 하는 나사부의 치수는 다음과 같다.

표 9-1. 계장 전선관 나사부 치수

| 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 굴곡 각도의 합계가 270°가 넘을 때 사용한다.
- 7) 노출배관의 지지는 클램프 또는 “U” 볼트를 사용하고 전선관의 직관부 지지 간격은 2 m 이내로 한다. 단, 관의 끝부분과 관 상호 접속, 분기부에는

| | | |
|---|--------------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 121/141 |

각각의 위치로부터 300 mm 이내로 지지한다.

8) 콘크리트 바닥에 매설하는 관은 움직이지 않게 고정된 상태로 콘크리트를 한다. 2분 이상의 관을 나란히 배관할 때는 관 상호 간격을 30 mm 이상으로 한다. 바닥을 깨서 시공할 때도 이와 같다.

9) 강전 전선관과 약전 전선관, 수도관 및 가스관과의 이격거리는 강전 전선관이 비 접지되어 있을 때 150 mm 이상으로 하고 접지되어 있을 때는 서로 닿지 않을 정도로 시공한다. 그리고 약전 전선관과 계장 신호 배관, 수도관 및 가스관과의 이격거리도 상기 강전 전선관과 같은 방법으로 한다.

10) 수직으로 내려가는 배관에는 관 최하단부에 드레인 피팅을 두어 계장기에 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. 상호 간에 방열 조치를 하였을 때는 간격을 특별히 규정하지 않지만 전선관의 주위온도가 60℃ 이하가 되도록 시공한다.

12) 노출배관이 여러 가닥 나란히 배열될 때는 전선관의 상호 간격을 같게 한다. 또 굴곡부에 노말 밴드를 사용할 때는 같은 방향으로 정리하여 교체가 쉽게끔 한다.


13) 전선관은 STS 배관을 사용하고 접속 방법은 Moloco joint 방식으로 한다.

11.5.3. 전선관의 접속

1) 관과 관의 접속은 나사부에 광명단(연분 80% 이상) 등을 바른 다음 커플링 중앙에서 서로 맞닿게 조여 준다. 특히 지하 매설의 경우 등 방수 처리를 할 필요가 있을 때는 썬(테프론테이프, 애바썬, 스리본드 등)을 한다.

2) 관을 덕트 및 중간 접속함과 연결함에 있어서 덕트로부터 케이블을 인출할 때는 원칙적으로 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 접속 부에는 반드시 본딩을 하여 전기적인 접속을 완전히 한다. 단, 나사식 연결을 하는 것으로서 접속 부의 나사가 확실히 5회전 이상으로 연결되어 있을 경우에는 본딩을 하지 않아도 된다.

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 122/141 |

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

11.5.4. 전선 관구의 처리

- 1) 작업 중 이거나 배선하기 전에 콘크리트, 물 등의 이물질 혼입을 막기 위하여 나무 마개 또는 캡이나 테이프 등으로 관 구멍을 막아둔다.
- 2) 배선은 시공하기 직전에 관내의 수분, 이물 등을 깨끗이 청소한 후 행한다.

11.6. 배선 및 접속

11.6.1. 배선

- 1) 전선관 끝의 부싱은 배선하기 전에 설치하며 휘어진 부분이 많은 배관 내의 배선은 분말 상의 활재를 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.

11.6.2. 중간 접속함과 접속


- 1) 함과의 연결은 밑에서부터 인입하여 밑으로 인출되게끔 시공한다.
- 2) 전자판(Solenoid Valve) 등 리드선이 부착되어 있는 경우의 접속은 접속 기구 내에서 적당한 압착 공구를 사용하여 작업한다.

11.6.3. 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) IC 열전대와 보상도선의 접속 시 (-)측은 니크롬선용의 압착단자를 사용한다.

11.6.4. 각 계기의 접속

각 접속은 케이블의 색깔을 (+)측은 붉은색 (-)측은 흰색으로 통일하며 다심 의 경우에는 각 접속함의 접속을 통일하여야 한다. 단, 2선식으로 흰색과 검은색이 있는 경우에는 검은색을 (+)측, 흰색을 (-)측으로 한다.

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 123/141 |

11.6.5. 표식

각 접속 단의 압착단자 옆에 Tag No. 또는 단자 번호를 기입한 전선 표식을 부착하여야 한다.

11.7. 배관의 세척(Flushing)

11.7.1. Flushing의 사용

Flushing 용 유체는 원칙적으로 오일 성분이 없는 압축공기를 사용한다. 공기 이외의 것을 사용할 때는 감독원의 지시를 받아야 한다.

11.7.2. 사용 압력

- 1) 1/2" Pipe, 2 kg/cm²
- 2) 3/8" Pipe, 2 kg/cm²
- 3) 3/8" 미만 Tubing, 1 kg/cm²

11.7.3. Flushing 범위

- 1) Process pipe의 경우 first block valve에서 계기의 연결되는 밸브까지로 한다.
- 2) Signal line의 copper tube는 현장 인스트루먼트에서 계기반의 계기 인입 직전까지로 한다.


11.7.4. Flushing 방법

- 1) 주어진 압력을 1분간 연속으로 가함을 원칙으로 하며 배기 Air가 깨끗함을 확인한다.
- 2) 1분간 Flushing을 한 뒤에도 관내가 깨끗하지 않을 경우는 깨끗해질 때까지 Flushing 한다.
- 3) Flushing이 끝난 라인은 라벨을 부착한다.
- 4) 1/2"이상 pipe(Tubing은 제외)에 대해서 감독원과 협의하여 배관에 시행하는 세척과 같은 방법으로 할 수 있다. 이 경우 세척 작업이 끝난 후 스팀이나 에어로 건조시켜야 한다.


11.8. Leak Test

11.8.1. 압력 및 기밀시험 (Leak Test)

N₂를 사용함을 원칙으로 하며, N₂ 이외의 유체를 사용할 때는 감독원의 지시를 받아야 한다.

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 124/141 |

- 11.8.2. 사용 압력
Process Pressure의 1.5배로 한다.
- 11.8.3. 적용 범위
도압관 및 signal line으로 함을 원칙으로 하나 특별한 개소가 있을 때는 감독원과 협의하여 행한다.
- 11.8.4. Test 방법
- 1) 정해진 압력을 가하기 전에 테스트 라인에 따른 인스트루먼트와의 연결을 점검해야 하며 만약 계기와 연결이 되어 있을 시는 계기로부터 차단 또는 pipe를 떼어낸다.
 - 2) 압력을 가하는 다른 쪽 끝은 게이트밸브 또는 기타 방법으로 차단시킨다.
 - 3) 정해진 압력을 가한 다음 최소 10분 이상 지나야 하며, 이때 누설 여부를 supervisory gauge로 확인한다.
 - 4) Leak 가 생기면 비눗물 등으로 연결부분을 체크해야 하며 leaking 부분은 leak 가 생기지 않을 때까지 조인다.
 - 5) Leak 테스트가 끝난 다음 순수로 비눗물을 제거한 후 깨끗이 닦는다.
 - 6) Leak 테스트가 끝난 개소에는 담당 기술자의 서명이 된 라벨을 부착하며 계기와 연결 개소를 원상태로 복귀시킨 후 manifold valve 및 route valve를 잠그고 equalizing valve가 있으면 open 시킨다.
- 11.8.5. Test의 기록과 보관
- 1) Test 기록은 테스트 기간 중 일체의 테스트 라인에 관해 주의하여 기록한 후 감독원에게 매일 그 결과를 제출한다.
 - 2) 테스트 기록의 기재 항목은 다음과 같다.
 - 기기명 (TAG No.)
 - 사용 압력
 - 유지 기간
 - 테스트의 시공 책임자명
 - 테스트 입회자 명(기술자 및 감독원)
- 11.9. 검사 및 시험
- 11.9.1. 일반사항
- 1) 작업에 사용될 모든 기자재는 검사 및 시험을 하여야 한다.

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 125/141 |

2) 작업에 사용될 모든 자재는 신품으로 하여야 하며, 품질, 규격 등은 기술 규격서 및 설계서 등과 일치하거나 그 이상으로 하여야 한다.

3) 모든 자재 중 조립을 필요로 하는 부분 및 수중 또는 지하에 매몰하는 작용 기타 준공 후 외부로부터 검사할 수 없는 공작물의 작업은 감독원의 입회하에 시공하여야 한다.

4) 검사 및 시험 중 또는 완료 후 시험 성과표를 작성하여 감독원에게 제출 하여야 한다.

11.9.2. 제어반 및 현장 제어반의 검사 및 시험

1) 모든 시험은 기술규격서에 명기된 규격 및 표준에 따라 실시하여 시험 성적서를 제출하여야 한다.

2) 설치 후 다음의 사항을 검사하여야 한다.

- 구조 및 외관 검사
- 배선의 도통 및 절연시험
- 제어반 내의 배선 검사


11.9.3. 검수

작업 완료 후 감독원 및 시공사 기술자의 입회 검사에 합격하고 발주 사양서에 지정한 서류들을 도급자가 제출하여 감독원이 접수함으로써 검수가 끝난다.

11.9.4. 현장 검사

설치된 모든 계기는 최종도면에 따라 설치되었는지 확인하여야 하며, 최소한 다음 사항들이 확인되어야 한다.

- 1) 계기 설치도면, 자재 및 경사(slope) 요건에 일치하는지 확인한다.
- 2) 계기 연결 위치가 P & ID 상의 표시와 일치하는지 확인한다.
- 3) 계기 설치 도면에 따라 계기들이 설치 구조물이나 벽에 견고히 결합 되었는지 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 연결 기구(Fitting)가 바르고 기밀성 있게 또한 새지 않도록 설치되었는지 확인(공기관은 Bubble Test 실시)한다.
- 8) 지지물 설치 간격이 허용 최대 거리를 넘지 않았는지 확인한다.

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 126/141 |

9) 전자식 계기들의 연결이 적절한지 확인한다.

10) 접지 망의 구성 및 접지 상태 시험을 확인한다.

11.9.5.

현장 성능시험

1) 외관 및 미관 검사

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

2) 도압관 내압 누설시험

- 내압시험은 수압으로 하는 것을 원칙으로 하나 압축공기로 가능하며 1.5 배로 하여야 한다.

- 시험 시 도압 배관과 용접되어 연결된 모든 계기의 차단 밸브를 닫아야 하며 이 경우 벤트와 드레인 밸브를 열어야 한다.

- 시험 시 배관 또는 튜브의 계기 측 연결 기구를 닫아 계기에 과 압력이 걸리지 않도록 보호하여야 한다. 제어반 배관 또는 튜브에 대한 수압 시험 시 전기회로는 전원이 걸려있지 않은 상태로 하여야 한다.

- 고압 배관 계통에서 기체에 의한 누설시험이 위험할 때는 수압으로 내압 시험과 겸해서 누설시험을 할 수 있다.

- 시험이 끝난 후 시험 성과표를 작성하여 승인을 받아야 한다.

3) 검출 배관의 Flushing 작업

- 작업 완료 후 검출 배관 내를 Flushing 해서 내부의 이물질을 제거하여 청결하게 하여야 한다.

- 취출 밸브가 닫혀있는가 확인하여야 한다.


- 계기 밸브를 닫고 소수 밸브를 완전히 개방하여야 한다.

- 취출 밸브를 서서히 열어 전개한다.

- 배수밸브의 유체가 청결하게 되면 소수 밸브를 닫는다.


- Flushing 할 때 취출 밸브를 개방한 후 소수 밸브를 개방하면 내부의 이물질이 소수 밸브 입구에서 막히는 일이 발생하므로 Flushing 할 때는 상기 절차대로 시행하여야 한다.

- 도압관 및 신호공기 배관의 검사 절차에 따른 검사를 하여야 한다.

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 127/141 |

12. 특허권 및 소유권

- 12.1. 계약자는 본 사업의 수행 과정에서 계약자가 설계 시 사용하거나 제공한 특허 또는 상품권으로 인하여 발생할 수 있는 어떠한 종류의 책임으로부터 KFE는 완전히 면책되도록 하여야 한다. 단, KFE가 작성한 구매 사양서 및 도면과 관련되는 사항은 제외된다.
- 12.2. 본 계약에 의거 계약자가 공급한 기자재(Know-How 포함)가 KFE를 상대로 특허권 분쟁이 야기되었을 때, 이에 대한 모든 비용 및 손해는 계약자가 부담한다.
- 12.3. 계약자(하도급자 포함)는 본 사업의 수행 과정에서 반출된 도면 및 기술자료, 습득한 제반 지식을 KFE의 사전 승인 없이 국내·외 타 Project에 임의로 사용하거나 반출할 수 없으며, 이에 따라 야기된 제반 문제에 대해서는 계약자가 모든 책임을 진다.

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 128/141 |

13. 공급자 품질보증 요건

13.1. 적용 범위

본 공급자 품질보증 요건은 KSTAR의 품질에 영향을 미치는 원자재, 부품, 구성품 및 용역의 구매를 위해 공급 과정에서 공급자가 이행해야 할 품질보증 요건을 규정한다. 본 요건은 계약서에 명시된 다른 요구사항을 경감시키거나 면제시킬 수 없다.

13.2. 일반사항

13.2.1. 공급자는 해당 품목의 전 공정에 적용할 수 있는 품질보증 계획을 수립하여야 하며, 공급자의 하도급자 구매 문서에도 적절한 품질보증 계획 요건을 명시해야 한다. 품질보증 체계에 대한 한국핵융합에너지연구원(이하 KFE)의 평가 및 승인을 받기 위해 공급자의 품질보증계획서[KFE 요구 시 하도급자의 품질보증 계획서 포함]를 제출해야 하고 이의 개정 시에도 또한 같다.


이 계획서는 국내 원자력안전법령 및 전력산업기술기준 KEPIC-QAP(2005년판), ISO9001(적용 시) 등의 해당 요건을 만족해야 한다. 단, 계획서가 ISO9001을 기반으로 수립된 경우 전력산업기술기준 KEPIC-QAP(2005년판) 요건을 만족하도록 수립하고 계획서 내에 품질보증 요건 비교표를 포함해야 한다.

- 품질보증 계획서는 다음 사항을 포함하여야 한다.

- | | |
|-------------------|--------------------|
| 1. 조직 | 2. 품질보증 계획 |
| 3. 설계 관리 | 4. 구매서류 관리 |
| 5. 지시서, 절차서 및 도면 | 6. 문서관리 |
| 7. 구매 품목 및 용역의 관리 | 8. 품목의 식별 및 관리 |
| 9. 특수공정 관리 | 10. 검사 |
| 11. 시험 관리 | 12. 측정 및 시험장비의 관리 |
| 13. 취급, 저장 및 운송 | 14. 검사, 시험 및 운전 상태 |
| 15. 부적합 품목의 관리 | 16. 시정조치 |
| 17. 품질보증 기록 | 18. 품질보증 감사 |

13.2.2. 품질보증서의 검토 결과 조건부 승인되는 경우, 공급자는 해당 업무를 시작하기 전에 최종 승인을 위해 검토 의견을 반영한 수정된 계획을 재제출하여야 한다.

13.2.3. 공급자는 아래와 같은 목적으로 KFE 또는 KFE의 대리인[KFE의 고객 및 규

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 129/141 |

제 기관 포함]이 제작현장 또는 그 하도급 공장에 출입할 경우 자유롭게 출입을 할 수 있어야 하며 또한 공급자의 품질 서류 및 관련 자료를 수집할 수 있도록 보장하여야 한다.

- 자격 인증 및 품질보증 감사에 필요한 공장 시설 점검, 서류 검토 및 기타 품질감독
- 해당 품목에 대한 현장 인수검사
- 지정된 필수 확인점 및 입회점
- 품질증빙서류 진위여부 확인

13.2.4. 공급자는 공급자 품질보증 서류 제출 요건(첨부 #1)에 의거 품질보증 관련 서류를 제출하여야 한다.

13.2.5. 공급자는 KFE가 지정한 적용 시방서 및 도면을 변경하고자 할 경우에는 이를 적용하기 전에 반드시 KFE의 승인을 받아야 한다.

13.2.6. 공급자는 동일한 조건하에서 작업되고, 균일한 특성 및 품질을 갖는 부품의 일정한 분량을 로트(Lot)로 구성하여 검사에 만족된 제품만을 KFE에 공급해야 한다. 동일한 조건이란 동일한 원자재 로트, 제조 장비 및 작업절차를 통해 제조된 상태를 말한다.

13.2.7. KFE는 공급된 품목에 대해 인수검사를 수행할 권한을 가지며, KFE 절차에 따라 인수검사에 합격 되어야 한다. 또한 불합격된 품목은 대체하여야 한다.


13.3. 시험 검사계획서(ITP)

13.3.1. 공급자는 공급품에 대한 제작 및 수리 과정의 경우 검사 및 시험공정을 기술한 시험 검사계획서(ITP : Inspection and Test Plan) 또는 제조 및 검사공정계획서(MESP: Manufacturing and Examination Sequence Plan)를 작성·제출하여 KFE의 승인을 받아야 하며, 개정 시에도 동일하다. 시험검사 계획서는 구매 요건에 적용되는 모든 기술기준을 준수할 수 있도록 작성되어야 한다.

13.3.2. KFE는 시험검사 계획서를 검토 및 승인할 때는 공급자 작업 현장에서 입회 감독을 위한 필수 확인점 및 입회점을 지정할 수 있다.

13.3.2.1. 필수 확인점(Hold Point) : KFE 요원의 입회 확인이 반드시 필요한 제작 또는 검사 및 시험 단계로 입회 확인을 받지 않고서는 다음 공정으로 진행할 수 없으며, KFE의 서면 승인에 의해서만 공급자는 관련 공정을 진행 시킬 수 있다.

13.3.2.2. 입회점(Witness Point) : KFE 요원의 입회하겠음을 정한 제작 또는 검사 및

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 130/141 |

시험 단계로 KFE가 사전 통보된 일정에 따라 입회를 수행하지 못할 경우에는 KFE의 승인이 없어도 관련 공정을 진행 시킬 수 있다.

13.4. 통보

공급자는 시험검사 계획서에 지정된 필수 확인점 및 입회점의 수행계획을 서면으로 KFE에 통보하여야 한다. 수행계획은 수행 날짜로부터 7일 전에 통보되어야 한다. 공급자의 통보 내용에는 최소한 다음 사항이 포함되어야 한다.

- 수행할 공정명, 품명 및 수량
- 필수 확인점, 입회점 또는 현장 인수검사(방문 검사)
- 필수 확인점, 입회점 또는 현장 인수검사(방문 검사)의 시작 및 종료일

13.4.1. KFE는 필수 확인 점에 대한 공급자 통보 내용에 대해 수행계획을 공급자에게 회신한다.

13.5. 감독

13.5.1. KFE는 주요 제작 공정에 대한 품질감독, 제작 입회 검사, 현장 인수검사(방문 검사)를 실시할 권한을 가진다.

13.5.2. 품질감독(Surveillance) : 품목이나 행위가 명시된 준수요건에 따라 수행되고 있는지를 확인하기 위한 감시 및 관찰 활동을 말한다.


13.5.3. 제작 입회(Process Witness) : 품목 구매 또는 제작 과정이 구매시방 및 관련 규정 요건에 따라 진행되고 있는지를 구매자가 공급자 현장에서 입회하여 검토, 관찰 및 확인하는 행위

13.5.4. 현장 인수검사(방문 검사) : 방문 검사자가 품목의 인수검사를 위해 공급자 현장에서 인수검사 항목의 전부 혹은 일부를 수행하는 검사이며, KFE가 현장 인수검사를 했을 경우는 KFE 검사자에 의해 합격된 품목만 출하할 수 있다. 시방서 및 도면의 요건에 불일치한 사항으로 불합격된 모든 품목은 공급자에 의해 교체 또는 재작업되어야 하며, KFE가 재검사를 실시하여 합격된 품목만을 출하할 수 있다.

13.5.5. 공급자는 필수 확인점, 입회점 및 KFE가 현장 인수검사(방문검사)를 실시하고자 하는 품목에 대한 최종검사 일정을 3.3항에 따라 KFE에 통보하여야 한다.


13.6. 품질보증 감사

13.6.1. KFE는 공급자의 품질보증 체계에 대한 품질보증 감사를 실시하며, 공급자는

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 131/141 |

KFE가 공급자의 현장에서 품질보증 감사를 수행할 수 있도록 필요한 조치를 수행하여야 한다.

- 13.6.2. 품질보증 감사 수행 중 계약서의 조건과 불일치한 사항이 발견될 경우, 공급자는 계약서 조건을 만족시킬 수 있도록 시정조치 하여야 한다.
- 13.6.3. 신규 공급자일 경우, KFE는 해당 품목의 업무 수행 중 가능한 초기에 품질보증 감사를 수행하고 공급자는 시정조치 요구사항을 해결하여야 한다.
- 13.7. 부적합 사항
- 13.7.1. 규정된 조건에 부적합 품목이 설치되거나 사용되지 않도록 관리하여야 한다. 부적합 품목의 현상태 사용, 폐기, 보수 또는 재작업과 같은 처리 방법은 결정되고 문서화하여야 한다.
- 13.7.2. 부적합 품목의 처리 방법이 현상태 사용 또는 보수로 결정된 경우 8.1항의 절차에 따라 KFE에 서면으로 통보하여 승인을 득한 후 다음 공정으로 진행하여야 한다.
- 13.8. 중대 결함 통보
- 13.8.1. 공급자는 계약이행 과정 중 다음과 같은 사항에 해당되는 중대 결함 사항을 발견시 공정을 중단하고 KFE에 즉시 보고(통상적인 부적합 사항은 제외)하여야 한다.
- 품질보증계획의 일부가 심각하게 결여된 경우
 - 계약 조건(구매 시방서, 기술시방서 및 도면 등)의 일부가 심각하게 결여된 경우
 - 부적합 품목이 KFE에 공급된 경우 등
- 13.8.2. 공급자는 중대 결함에 대한 KFE의 평가 및 승인 없이는 품목 생산을 재개할 수 없다.
- 13.9. 공급자 불일치 사항 관리
- 13.9.1. 공급자는 계약 이행 과정 중 다음과 같은 계약서 조건(시방서 또는 도면 등)과 불일치 사항이 발생한 경우에는 공급자 불일치 사항 처리요청서(첨부 #2)를 작성하여 KFE에 제출하여야 한다.
- 제작된 또는 제작 중인 품목이 계약조건(구매시방서, 기술시방서 및 도면)과

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 132/141 |

불일치

- 공급자가 계약서의 내용을 변경하고자 할 때(기술요건 등)

13.9.2. 공급자는 불일치 사항 처리 요청서가 종결되지 않은 상태에서 품목을 출하할 수 없다.

13.9.3. 공급자 불일치 사항 처리 요청서는 부적합 사항보고서(NCR)를 대체하여 발행할 수 없다.

13.10. 최종 품질증빙서류

13.10.1. 공급자는 시방서 및 도면의 요구조건에 부합하는 품질보증 확인서, 특수공정 검사 성적서(용접, 열처리, 도금 등), 비파괴검사 성적서(PT, RT, MT, ECT, LT 등), 원재료 시험 성적서(CMTR, MTR) 등을 품질증빙서류 제출 목록을 작성하여 KFE에 제공해야 한다.

13.10.2. 품질보증 확인서(또는 제품인증서)에는 최소한 다음 사항이 포함되어야 한다.

- 계약명 및 계약번호
- 공급품명 및 수량
- 공급자명
- 구매시방서 번호
- 구매요건 일치 여부
- 부적합사항보고서 등 특기 사항
- 승인자의 직책, 성명, 서명(또는 인장) 및 승인 일자
- 붙임 서류(시험성적서 및 검사성적서) 목록 등


13.10.3. 공급자는 공급품의 품질에 영향을 줄 수 있는 부적합 사항 및 설계변경 사항 등의 특기 사항에 대해 품질보증 확인서(또는 제품인증서), 시험 성적서 및 검사 성적서에 명기하여야 한다.

13.10.4. 공급자는 품질보증 확인서(또는 제품인증서) 승인자의 서명 목록(직책, 성명, 서명, 전화번호 및 전자우편 주소 등)을 제출하여야 하며, 변경 시에도 동일하다. 품질보증 확인서(또는 제품인증서)의 승인자는 품질보증 책임자이어야 하며, 품질보증 책임자가 아닐 경우 KFE의 승인을 받아야 한다.

13.10.5. 공급자는 제출한 품질증빙서류를 제외한 내부 품질기록 즉, UT 차트, X-Ray 필름 및 열처리 기록서 등을 10년 동안 보관 유지하여야 하며, KFE의 요구 시 공급자는 무상으로 해당 서류를 목록과 함께 제출하여야 한다.

13.10.6. 공급자는 KFE가 요구할 시 다음 조건을 만족하는 경우에 한하여 품질증빙서류를 전자 문서(Image File)로 제출할 수 있다.

- 전자문서의 형태는 PDF를 사용하여야 한다.

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 133/141 |


- 전자문서는 화면 검색 및 출력 시 판독 가능한 해상도를 유지해야 한다.
- 전자문서의 파일명(File Name)은 문서 내용을 쉽게 식별할 수 있도록 부여하여야 한다.
- 제출방법은 사용 가능한 전자매체(전자우편 등)를 이용하여 제출할 수 있다.
- 제출한 전자문서가 판독 불가능할 경우 인수를 거절할 수 있다.

13.11. 기타

KFE는 본 요건 이외의 내용이 필요할 경우 공급자와 상호 협의하에 별도 사항을 추가할 수 있다.


13.12. 첨부

- 1) 공급자 품질보증 서류 제출 요건
- 2) 공급자 불일치 사항 처리 요청서

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 134/141 |


[첨부 1]

| 공급자 품질보증서류 제출요건 | | | | | |
|--|-----------------------------------|------|---|---|-----|
| 번호 | 요 구 자 료 | 제출구분 | | | 비 고 |
| | | C | M | F | |
| A | 개요 | | | | |
| A1 | 품질보증계획서 | E | A | | |
| A2 | 품질보증절차서 | | | | |
| A3 | 개발/양산 조직도(경력 및 자격증 소지 여부) | E | | | |
| A4 | 특허 및 품질인증서 | E | | | |
| A5 | QA/QC 운영에 관련된 기타 자료 | E | | | |
| A6 | QA/QC 요원 서명 목록(품질보증책임자 포함) | E | S | | |
| B | 설계/기술/품질관리 | | | | |
| B1 | 개발 및 양산계획서 | E | | | |
| B2 | 생산능력/유사품 제조 경험 | E | | | |
| B3 | 제작/검사/시험장비 현황(규격, 수량, 용량/교정능력 포함) | E | | | |
| B4 | 설계/공정 전개를 위한 프로그램 목록 | E | | | |
| B5 | 시험검사계획서 또는 제작 및 검사공정계획서 | E | A | | |
| B6 | 검사 및 시험절차서 | E | A | | |
| B7 | 세척/열처리 절차서 | E | A | | |
| B8 | 포장 및 운송 절차서 | E | S | | |
| B9 | 육안검사용 합부판정 표준물 | E | S | | |
| C | 자격인증 | | | | |
| C1 | 자격인증시험계획서/보고서 | | A | | |
| C2 | 자격인증시험 샘플 | | A | | |
| D | 최종 품질증빙서류 | | | | |
| D1 | 품질확인서 또는 제품인증서 | | | R | |
| D2 | 시험성적서 및 검사성적서(구매시방서에서 요구하는 서류 포함) | | | R | |
| D3 | 부적합사항보고서(NCR) | | A | R | |
| D4 | 공급자 불일치사항 처리요청서(SDDR) | | | R | |
| [법례] C : 입찰평가 시 제출해야 할 자료 M : 계약체결 후 및 제작 전 제출해야 할 자료 F : 출하 시 제출해야 할 품질서류 A : 승인용 S : 제출용 R : 기록용 E : 평가용 | | | | | |

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 135/141 |

[첨부 2]

| 공급자 불일치사항 처리 요청서 (Supplier Deviation Disposition Request) | | | |
|---|--|--------------|------------|
| 공급자 SDDR NO.: | | 발행일자: | |
| 1. 공급자품목: | | 2. 구매시방서 번호: | |
| 2. 구매품목: | | | |
| 4 불일치사항 내용(첨부 <input type="checkbox"/> 유 <input type="checkbox"/> 무) | | | |
| | | | |
| 5. 공급자 처리결정: <input type="checkbox"/> 현상태사용 <input type="checkbox"/> 수리 <input type="checkbox"/> NFRI 시방서 변경 또는 도면 변경 | | | |
| 6. 불일치사항 처리방법: | | | |
| | | | |
| 7. 공급자 품질/공정서류 개정 여부: <input type="checkbox"/> 필요 <input type="checkbox"/> 불필요 | | | |
| - 변경 서류명 : | | | |
| | | | |
| 8. 공정영향: <input type="checkbox"/> 있음 <input type="checkbox"/> 없음 | | | |
| 9. 요청자 직책: | | 성명: | 서명: 날짜: |
| KFE SDDR No.: | | 접수일자: | |
| 10. 기술부서 검토: <input type="checkbox"/> 만족 <input type="checkbox"/> 불만족 | | | |
| 검토내용: | | | |
| | | | |
| 검토자/검토일자: | | 승인자/승인일자: | |
| 11. 계약의뢰부서 검토(계약변경 필요여부): <input type="checkbox"/> 필요 <input type="checkbox"/> 불필요 <input type="checkbox"/> 해당없음 첨부() | | | |
| 검토내용: | | | |
| | | | |
| 검토자/검토일자: | | 승인자/승인일자: | |
| 12. 종결확인: | | | |
| KFE 확인자/확인일자: | | 승인자/승인일자 | |
| 공급자 확인자/확인일자 | | 승인자/승인일자 | |

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 136/141 |

14. 기타

본 계약의 하자보증 기간은 KFE에서 최종 잔금 처리되는 해당연도 이후 기본적으로 2년(예: 2025년 최종 잔금 처리되면 2027년까지)으로 한다. 보증 기간 경과 후에도 제작 결함으로 인한 경우에는 필요한 협조(기술 자문)를 제공해야 한다.

1) 계약자는 본 기술시방서에 기술한 모든 재료, 도면, 부품, 제작, 설치, 교정, 수정 및 품질보증, 하자 보수 등에 대한 업무를 수행하는 데 적정한지에 대한 여부를 확인시킬 의무가 있다.


2) 모든 설계기준, 제작 방법 및 공정, 재료 선정, 시험 및 품질관리 등은 관련 도면 및 specification에 언급된 사항을 기준으로 하며, 계약자가 임의로 변경 적용할 수 없다.

3) 관련 규격과 기술규격서에 따라서 설계, 제작, 설치 및 검사하는 것을 원칙으로 하나, 설계 및 제작 과정에서 기능상 변경이 인정되는 부분은 발주자와 충분한 사전협의를 거쳐 성능과 계약 금액에 영향을 주지 않는 범위 내에서 수정할 수 있다. 계약자는 업무수행 중 업무의 내용이나 사양(specification) 등의 변경이 필요할 경우 이에 대한 사유가 기재된 사유서를 KFE에 제출하여야 하며 이러한 내용의 승인 여부에 대해 KFE는 10일 이내에 계약자에게 통보하여야 한다. 그리고 KFE가 위와 같은 업무 내용을 변경하고자 할 경우에도 반드시 그 사유가 기재된 요청 사유서를 계약자에게 제출하여야 하며 계약자는 10일 이내에 KFE의 요청 내용에 대한 수용 여부를 문서로 회신하여야 한다. KFE와 계약자 간 합의 없이는 어떠한 사양의 변경은 불가하다.

4) 계약자는 KFE에서 작성한 도면 및 specification에 언급된 모든 기술 사항에 대하여 충분히 검토하여야 하며 그 검토 결과 누락된 부분, 미비한 사항, 또는 KFE에서 제시한 사항보다 우수한(성능, 수명 등) 대안이 있을 때는 제작 방안 제출 시 계약자의 의견을 이유, 변경 방법 및 내용, 장단점 등을 기술하고, 상세한 근거 자료를 첨부하여 제출하여야 한다.

5) 계약자는 제작 도중 또는 제작이 완료된 후 KFE에서 실행하는 각종 시험 및 검사 결과를 통해 KFE의 요구사항에 미흡하다고 판단될 때 본 제품을 재가공하는 등의 필요한 수정 및 교정 작업을 수행하여야 한다.

6) 계약된 내용 일부를 제3자에게 하도급 하고자 할 때는 발주자의 서면 승

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 137/141 |


인을 받아야 한다. 위의 요건에 따라 하도급한 경우에도 본 계약조건은 동일하게 하도급자에게 적용되며, 계약자는 하도급자가 수행한 업무에 대하여 모든 책임을 진다.

8) 제작된 모든 제품은 KFE에서 지정된 장소에 설치하여야 하며, 설치 후 검사가 완료되는 시점을 본 계약의 완료 시점으로 한다.

9) 계약자는 “헬륨 전용 냉각수 loop 구축” 설계, 제작, 설치 성능시험과 관련하여 본 기술시방서의 내용을 충분히 숙지하여 설계, 제작, 설치 및 사후 관리를 보증 기간 동안 수행하도록 하며, 제작 및 설치와 성능에 대한 품질 보증 책임이 있다.


10) 현장 작업자는 다음 사항을 준수해야 한다.

- 작업 중 가공품을 밟고 지나다니지 않아야 한다.
- 가공품 운반 시 가공품에 흠집 및 손상이 발생하지 않도록 주의해야 한다.
- 작업자가 착용하는 장갑, 신발, 작업복 등은 항상 청결히 해야 한다.
- 작업장 주위를 청결히 해야 하며, 작업장을 주위 환경으로부터 분리해서 먼지나 다른 이물질(씻가루, 페인트 입자 등)이 들어오지 않도록 해야 한다.


| | | |
|---|--------------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 138/141 |


15. **안전·보건에 관한 사항**

- **(안전보건교육)** 발주기관은 계약상대자가 요청할 때 계약상대자 소속 근로자의 안전보건 교육에 필요한 장소 제공, 자료 제공 등 필요한 조치를 하여야 한다.
- **(위험성평가)** 계약상대자는 작업 시작 전에 위험성평가를 실시한 후 미리 위험성을 감소시키고, 그 결과를 발주기관 감독원에게 확인받아야 한다.
- **(안전보건 점검)** 계약상대자는 발주기관이 실시하는 작업장 순회점검, 안전보건 시정요구에 적극 협조하여야 한다.
- **(위생시설 등의 협조)** 발주기관은 계약상대자 소속 근로자의 건강을 보호하기 위하여 위생시설을 제공하거나 자신의 위생시설을 이용할 수 있도록 적절한 협조를 하여야 한다.
- **(안전보건 법령 준수)** 계약상대자는 산업재해 예방과 근로자의 건강관리를 위하여 산업안전보건법과 발주기관의 안전관리규정을 준수하고, 의무와 책임을 성실히 이행해야 한다.
- **(안전보건정보 제공)** 발주기관은 유해·위험 물질 및 설비의 작업을 실시하고자 할 때, 해당 작업의 안전보건에 관한 정보(유해물질의 명칭·유해성·위험성, 안전보건상의 주의사항, 사고 발생시 필요한 조치 등)를 작업이 시작되기 전까지 제공하여야 하며, 해당 근로자가 제공된 정보에 따라 필요한 조치를 받고 있는지 발주기관은 확인하여야 한다.
- **(공사기간 등 준수-공사계약에 한함)** 계약상대자가 안전보건 확보를 위해 공법 변경, 가시설 설계의 보강 등을 요청할 경우 발주기관은 이에 적극 협조하여야 하며, 이에 따라 증가된 비용에 대해서 계약금액에 반영하여야 한다.
- **(공사 기간의 연장)** 폭염, 한파 등의 사유로 안전보건상 계약이행이 어려울 경우 산업재해 예방을 위하여 계약기간을 요청하는 경우에는 특별한 사유가 없으면 계약기간을 연장하여야 한다.

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 139/141 |

붙임 1 : 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> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Information</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Approval</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Review/Comment</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Reference</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Design</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Quotation</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Fabrication</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Construction</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Record</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Technical Memo</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> _____</div> </div> <p>THESE DOCUMENTS ARE :</p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Draft</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Preliminary</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Final</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Revision</div> </div> | | | | |
| No. | Document No. | Rev.No. | Q'TY | Description |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| Remarks : | | | | |
| Distribution List : | | | Supplier Originator | |
| Organization Name | Division Name | Name : | | |
| | | Signed _____ | | |
| <p>Acknowledgement of Receipt :</p> <input type="checkbox"/> Not Required; <input type="checkbox"/> Required; Please return a copy of this transmittal after signing bellow <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> Received by : _____ Date : ____/____/____ </div> | | | | |

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 140/141 |

붙임 2 : 검사 및 시험계획서 표지

시공계약자 마크

검사 및 시험계획서(ITP)

Total ○○ Sheets

(with cover sheet)

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. | | | |
| Note 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 |

| | | |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
|  | 기 술 시 방 서 | 개정번호: 0 |
| | HRS Compressor 전용 냉각수 loop 구축 | 발행일자: '25.01.23 페이지: 141/141 |

붙임 3 : 검사 및 시험계획서

| ○○○○○ 제작 검사 및 시험계획서 | | | | 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 | | | | | | | | | |

1) 검사주관에 검사점 기입 H : Hold Point, W : Witness Point, R : Review Point