	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 1/116

## 제 목 : IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설 기술시방서

### 개정 이력

개정번호	개정일자	개 정 사 유
0	2023. 02. 15	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설을 위한 최초 발행


### 관련부서 검토

소속/직책	성 명	서 명	일 자

### 작성, 검토 및 승인

구 분	소속/직책	성 명	서 명	일 자



	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 3/116

## 1. 총 칙

### 1.1. 개요

본 기술시방서는 IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설로서, KSTAR 실험 고도화에 따라 IRC 전원장치를 신설하고, IVC 전원장치 및 IPS의 성능향상에 따라 냉각수 공급량 증대가 필요하다. 위의 신설 및 성능향상 되는 장치는 기존의 냉각수시스템 #2에서 냉각수를 공급한다. #2는 PF MPS 및 IVCC/ICRF antenna에도 냉각수를 공급하고 있다. #2는 지금까지 KSTAR 실험 고도화 따라 IVC 전원장치 및 IPS가 성능향상 되면서 함께 증설되었고 동시에 유희설비도 발생했다. 따라서 본 과업에서는 유희설비를 사용하여 건설비용을 절감하고 KSTAR 실험에 따른 냉각수펌프의 최적화로 운전비용을 절감한다.

본 기술시방서는 한국핵융합에너지연구원 IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설에 대한 모든 공정(설계, 제작, 운반, 설치, 시험 및 검사, 품질보증) 및 기술도서의 제출에 관한 전반적인 기술조건과 증설 수행에 필요한 요구사항을 규정한다. 다만, 본 기술시방서는 기본적인 기술요건을 명시한 것이므로 상세한 규격은 설계도서(설계도면, 기술시방서)를 준용한다.

#### 1.1.1. 사업명

IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설

#### 1.1.2. 사업 기간

사업기간은 계약일로부터 120일


#### 1.1.3. 위치

대전광역시 유성구 과학로 169-148(어은동, 한국핵융합에너지연구원 내)

#### 1.1.4. 과업 범위

1) 냉각수펌프, 배관 및 부대설비 증설의 설계검토 및 시공도면 작성, 시운전, 관련인허가 등으로 최종 실험장치의 적용 운전에 대하여 필요한 모든 부분의 제작과 설치공정에 필요한 부수적인 부분을 포함한다.

2) 계장부분에서 철거되는 배관에 설치된 계장 계기류 및 케이블 등은 신설되는 배관에 증설하고 냉각수설비 DCS에서 제어 및 Monitoring 할 수 있도록 한다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 4/116

3) 금번 성능향상 되는 IRC/IPS의 설치 위치는 아래 그림과 같다.



4) 냉각수배관 및 부대설비의 증설에 대한 설계도서 검토를 완료하고, Shop drawing을 착공 전에 발주처에 제출하여 승인을 득한다.

5) 기타 세부적인 범위 및 내용은 본 기술시방서의 “2. 기술사양” 항목을 참조한다.

1.1.5. 입찰요건


1.1.5.1. 입찰자격 요건

1) 기계설비 전문건설업 면허를 가지고 ~~최근 5년 이내 순수계통 plant 시스템 단일실적 0.8억원 이상 보유 업체(실적증명서 제출)~~


2) <국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령> 제76조에 의한 부정당업자로 입찰참가 자격이 제한 중이거나 부도, 파산 중에 있는 업체는 입찰 참여 불가

3) 연구소 계약구매요령 제14조 및 <국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령> 제12조의 해당 자격 요건을 갖춘 업체로, 제안서 내용을 충족 할 수 있는 업체


1.1.6. 기술제안서 규격

	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 5/116

- 1.1.6.1. 한글 작성을 원칙으로 하되, 필요시 부분적으로 영문으로 표기할 수 있다.
- 1.1.6.2. 영문 표기 시 그 의미가 명확해야 하며, 의미 전달의 혼란으로 불이익을 받더라도 그 책임은 제안사에 있다.
- 1.1.6.3. 제안서 작성은 한글 또는 파워포인트로 작성할 것
- 1.1.6.4. 백색 A4 용지를 사용하여 작성할 것
- 1.1.6.5. 제안서는 A4 종 방향 작성을 원칙으로 하되, 부득이한 경우 A4 횡 또는 기타 용지를 사용할 수 있다.
- 1.1.6.6. 제출된 제안서의 내용은 한국핵융합에너지연구원가 요청하지 않는 한 변경할 수 없으며 계약 체결 시 계약조건의 일부로 간주하며 계약서와 제안서의 내용이 상이할 경우에는 계약서의 내용을 우선으로 한다. (제안서와 계약서에 대한 해석상의 이견이 발생할 경우 한국핵융합에너지연구원의 해석을 우선으로 함)
- 1.1.6.7. 필요시 입찰참가자에 대하여 추가제안이나 추가 자료를 요청할 수 있으며 이에 따라 제출된 자료는 제안서와 동일한 효력을 가진다.
- 1.1.7. 유의사항
  - 1.1.7.1. 제안서는 ~~입찰 시 직접 제출하여야 하며~~, 우편접수는 불가하다.
  - 1.1.7.2. 제출된 제안서는 일체 반환하지 않으며, 본 제안과 관련된 일체의 소용 비용은 입찰참가자의 부담으로 한다.
  - 1.1.7.3. 제출 기한이 경과된 제안서는 접수하지 않는다.
  - 1.1.7.4. 제안서는 특별한 경우를 제외하고는 다음 기술된 목차대로 작성하여야 한다. 다만, 제안서 목차대로 특성을 적절히 표현하기에 미흡할 경우 기본적인 목차나 순서를 유지하면서 필요한 목차나 내용을 추가하여 작성할 수 있다.
  - 1.1.7.5. 제안내용에 대한 확인을 위하여 추가자료 요청할 수 있으며, 이의 경우 이의 경우 입찰참가자는 이에 응하여야 한다.
  - 1.1.7.6. 제안서의 내용을 객관적으로 입증할 수 있는 관련 자료는 제안서의 별첨으로 제출하여야 한다.
  - 1.1.7.7. 제출서류 중 관계기관에서 증명, 확인 또는 입증해야 될 서류는 반드시 이행되어야 하며, 사본 제출 시에는 대표자 인감으로 “원본 대조 필” 날인 후 제출하여야 한다.
  - 1.1.7.8. 제안요청서의 모든 조건은 제안업체에서 명백하게 배제된 경우를 제외하고는 묵시적으로 승인되어 제안서에 포함된 것으로 간주한다.
  - 1.1.7.9. 제안서 항목 중 해당 내용이 없는 경우는 “해당사항 없음”을 기술하여야 한다.

	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 6/116

- 1.1.7.10. 계약 후에도 제안서의 내용이 허위로 작성한 사실이 발견되거나 제안된 내용을 충족시키지 못할 경우 제안업체는 일체의 손해에 대한 배상 책임을 져야 한다.
- 1.1.8. 입찰 및 낙찰자 결정방식
- 1.1.8.1. ~~협상에 의한 계약~~  
제안서 평가 후 제안서 합격업체만을 대상으로 가격입찰 실시
- 1.1.8.2. 제안서 적격업체 평가방법  
입찰서 평가결과 평가점수가 100점 만점에 85점 이상인 업체 중에서 기술 적격업체를 선정하며, ~~평가결과와 점수는 공개하지 않음을 원칙으로 한다.~~
- 1.1.9. 입찰서 구성 및 세부 작성요령
- 1.1.9.1. 기술능력
- 1) 업무 범위 및 수행계획
    - 업무범위에 대한 명확한 기술(기술시방서 및 도면 참조)
    - 증설 일정 및 수행계획 기술
  - 2) 장치 이해도 및 기술능력
    - 설비 구성 및 상세사양의 명확한 시굴(기술시방서 및 도면 참조)
    - 증설을 위한 엔지니어링 방안
    - ICRF Antenna By-pass 배관의 설치방안
    - 계장계기 류 상세사양 및 증설방안
    - 기존 배관 및 배관부속의 재활용 및 설치방안
    - 원활한 냉각수 순환과 운영을 위한 piping 방안
    - 설비 제어시스템 구성방안
  - 3) 업무수행능력
    - 증설 공정관리 계획 및 이행방안
    - 증설 배관 내부 cleaning 방안
    - 포장, 운송, 보관 방안
    - 용접사 관리 방안
    - 설비의 내압시험 방법 및 시운전 방안
    - 최종검사 방법 및 이행방안
- 1.1.9.2. 조직/인력
- 1) 수행조직 및 기술인력 보유현황
    - 회사 소개 및 일반현황

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 7/116

- 사업수행 조직구성 안
- 설계/시공/검사 인력 보유 및 자격사항(주요 기술자 이력첨부)
  - 기계/수질분야 기술사 또는 박사
  - 기계/수질분야 기사
  - 설계 & 엔지니어링 인력
  - 3D 모델링 엔지니어
  - QA 조직인력

#### 1.1.9.3. 품질보증

- 1) 등록증 및 인증서 보유현황
  - 기계설비 전문건설업 등록증
  - 품질관리 인증서
  - 방지시설업(수질) 등록증

#### 1.1.9.4. 실적

- 1) 순수계통 수행실적
  - 순수계통 plant piping system 실적(단일실적 계약금액, 3년 이내)

#### 1.1.9.5. 재무건전성

- 신용평가 등급
  - 신용평가 등급(신용평가기관에서 인증한 등급)


### 1.2. 일반 공통사항

#### 1.2.1. 적용범위

본 시방은 IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설 전반에 대하여 공통으로 적용하고, 본 시방에 명시되지 않은 사항은 다음 중에서 최상위 등급을 적용한다.

- 1) 국가를 당사자로 하는 계약관련 규정
- 2) 건설산업기본법, 건설기술관리법 등 관련이 되는 법령상의 관련규정
- 3) 한국산업규격
- 4) 건축기계설비 표준기술시방서
- 5) 기타 본 과업과 관련이 있는 사항으로서 일반적으로 적용되는 기술적 상식이나 규정 또는 기준

#### 1.2.2. 참조

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 8/116

## 1) IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설 기술검토 보고서

### 1.2.3. 용어의 정의

- 1) 본 기술시방서에서 “발주자”라 함은 한국핵융합에너지연구원(KFE)를 말한다.
- 2) 본 기술시방서에서 “도급자”라 함은 계약자(시공자)를 말한다.
- 3) 본 기술시방서에서 “감독원”이라 함은 발주자가 지명한 관리감독자를 말한다.
- 4) KSTAR : Korea Superconducting Tokamak Advanced Research
- 5) KFE : Korea Institute of Fusion Energy

### 1.2.4. 공정계획서 제출

- 1) 도급자는 계약일로부터 10일 이전에 상세한 공정계획서를 발주자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.
- 2) 공정계획은 타 사업과 연관성을 고려하여 계약서에 명시된 총 기간을 기준으로 작성하여야 한다.


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

- 3) 공정계획서는 다음과 같은 내용으로 작성하여야 한다.
  - 전체공정계획표(막대식)
  - 증설 도서작성 및 승인신청계획서
  - 자재사용 및 제작도 승인신청 일정계획서
  - 자재 검수 및 반입, 설치 일정계획서
  - 설치 검수 및 시운전 일정계획서
  - 기타 감독원이 요구하는 내용

### 1.2.5. 시공도서 등의 제출

- 1) 도급자는 공정별로 작업에 착수하기 최소 20일 전에 감독원에게 증설 도면 2부를 제출하여 승인을 받아 작업에 임하여야 한다.
- 2) 증설 도서에는 해당 작업에 관한 주요사항이 모두 포함되어야 한다.
- 3) 도급자가 감독원에게 증설 도서의 승인을 요청하는 때에는 감독원이 검토하는데 필요한 관련 자료를 첨부하여야 한다.
- 4) 도급자는 감독원이 증설 도서의 수정, 보완, 변경이 필요하다고 인정하여



	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 9/116

요청하는 때에는 이에 따라야 한다.

#### 1.2.6. 사용자재의 승인


- 1) 도급자는 작업에 사용되는 모든 자재에 대하여 사용하기 전에 자재사용 승인 신청서를 제출하여 승인을 받아야 한다.
- 2) 도급자는 자재생산자의 생산시설, 품질관리정도, 판매실적, 자재의 품질검사 성적서 등을 종합적으로 검토하여 증설의 목적(품질확보, 기간 준수, 안전사고 방지) 달성을 위하여 가장 적합하다고 인정되는 자재를 선정하여야 한다.
- 3) 감독원은 자재승인 과정에서 이를 심사하여 부적합하다고 판단되는 경우에는 자재승인을 하지 않을 수 있다.
- 4) 자재사용 승인 신청서에는 다음 사항이 포함되어야 한다.
  - 자재견본 및 자재품질에 관한 보증서나 시험성적서
  - 제조회사에 대한 자료(자본금, 생산시설, 실적, 보유인력 및 장비, 자체품질관리 계획 등)
  - 관련규격이나 기준
  - 취급요령, 사용방법 등에 관한 자료
  - 제작도
  - 기타 발주자가 요구하는 자료
- 5) 자재 사용이 승인되면 제작도를 제출하여 발주처의 승인 후 제작에 착수할 수 있다.

#### 1.2.7. 하도급자 승인

- 1) 도급자가 본 과업의 일부를 제3자에게 하도급 하고자 하는 때에는 미리 감독원의 서면 승인을 받아야 한다.
- 2) 하도급 승인신청은 늦어도 해당 공종의 착수 15일 전에 하여야 한다.
- 3) 도급자가 하도급자를 선정하고자 하는 때에는 하도급업자의 도급 한도액, 실적, 자본금, 보유인력 및 설비, 신용도, 품질관리 상태, 하도급율 등을 종합적으로 검토하여 과업의 목적을 달성하는데 가장 적합하다고 객관적으로 인정되는 자를 선정하여야 하며, 하도급 승인신청을 하는 때에는 이를 증명하는 자료를 첨부하여야 한다.

#### 1.2.8. 자재반입 및 검사

- 1) 도급자는 자재를 현장에 반입하기 전에 자재반입계획서를 감독원에게 제

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 10/116

출하여 받아야 한다.

- 2) 도급자는 자재를 현장에 반입하고자 하는 경우에는 사전에 감독원에게 통보하여야 한다.
- 3) 현장에 반입된 자재 및 장비는 감독원의 승인 없이 장외로 반출할 수 없다.
- 4) 작업에 사용되는 모든 자재는 감독원의 제작자 공장검사, 입고검사 등 자재검사를 받아야 한다.
- 5) 도급자는 감독원이 자재(관급자재를 포함한다.) 검사를 하는데 지장이 없도록 모든 편의를 제공하여야 하며, 각종 시험 및 검사에 소요되는 모든 비용은 도급자가 부담하여야 한다.

#### 1.2.9. 검사


- 1) 작업 중에는 공정별로 감독원의 중간검사를 받아야 하고, 후속 작업은 선행 작업의 중간검사에 합격한 후에 시행하여야 한다.
- 2) 도급자는 감독원이 검사(작업 중 검사, 기성검사, 완료검사, 하자검사 등 모든 검사를 포함한다.)를 하는데 지장이 없도록 모든 편의를 제공하여야 하며, 검사에 소요되는 모든 비용은 도급자가 부담한다.
- 3) 작업 후 매물이 되어 사후 검사가 곤란한 부분은 감독원의 입회하에 시공하여야 한다.
- 4) 도급자는 증설 후 검사가 불가능 한 부분에 대하여는 감독원의 검사를 미리 받고 그 결과를 서면 또는 도면으로 받아 두어야 한다.

#### 1.2.10. 보고 등


- 1) 도급자는 일일작업계획, 주간공정계획 및 실적, 월간공정 계획 및 실적 등을 감독원에게 보고하여야 한다.
- 2) 도급자는 작업 중 중요한 부위 및 매몰되는 부위에 대하여는 매몰 후 위치를 확인할 수 있도록 천연색으로 사진을 촬영하여 사진에 설명을 기재한 사진첩 2부를 제출하여야 한다.

#### 1.2.11. 현장관리 규정 등의 준수

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

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 11/116

- 1.2.12. 현장대리인 등
- 1) 도급자는 감독원이 본 과업에 적당하다고 인정하는 경험과 기술능력을 가진 기술자를 현장대리인으로 선정하여 현장에 상주시켜야 한다.
  - 2) 현장대리인은 과업 전반에 대하여 도급자의 책임과 의무를 대행하여야 한다.
- 1.2.13. 현장조직
- 1) 도급자는 과업 착수 전에 본 과업에 종사하는 인원의 조직표를 감독원에게 제출하여 승인을 받아야 한다.
  - 2) 현장대리인이나 관련종사자가 과업의 수행에 부적당하다고 감독원이 판단하여 교체를 요구할 때에는 즉시 교체하여야 한다.
  - 3) 조직표에는 성명, 직위, 담당업무, 주소, 비상연락처를 기입하여야 한다.
- 1.2.14. 책임 과업 수행
- 1) 도급자는 본 기술시방서에 표기되지 않은 사항이 있을 경우에도 기술적 상식상의 품질이 확보될 수 있도록 본 과업을 수행하여야 한다.
  - 2) 도급자는 설계도서에 누락된 사항일지라도 본 과업의 성질상 당연히 수행하여야 할 경미한 사항은 감독원의 지시에 따라 수행하여야 한다. 이 경우에도 추가되는 경미한 비용은 도급자 부담으로 한다.
  - 3) 도급자는 경제적이면서 양질의 과업을 수행하기 위하여 필요한 대안이나 방법이 있을 경우 감독원에게 제시하여야 한다.
- 1.2.15. 타 작업과의 협조
- 도급자는 발주처에서 진행하는 타 작업에 지장이 없도록 하여야 하며, 타 작업이 원활히 시행될 수 있도록 필요한 협조를 하여야 한다.
- 1.2.16. 이의
- 도면과 기술시방서의 내용이 서로 다르거나 명기가 없을 때, 관련 과업과 부합되지 아니할 때, 또는 의문이 생길 때에는 감독원의 해석 및 지시에 따라야 한다.
- 1.2.17. 대관 업무
- 도급자는 관계관청의 수속이 필요한 경우 허가, 신고, 검사 등을 도급자의 비용으로 발주자를 대행하여 신속하게 이를 행하여야 한다.
- 1.2.18. 사용자재
- 1) 본 과업에 사용되는 모든 자재는 특기가 없는 한 KS 인증품을 우선으로

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 12/116

하여야 하며, KS 인증품이 없는 경우에는 국산 최상급 신품을 사용하여야 한다.

2) 자재생산업체가 다수일 때에는 자체품질관리, 생산시설 규모, 생산실적이 우수한 업체에서 생산되는 자재를 사용하여야 한다.

#### 1.2.19. 안전 관리 등

1) 도급자는 현장 내 전체의 안전관리에 만전을 기하여야 한다.

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

3) 현장작업자는 안전모, 안전화, 안전띠를 착용하여야 한다.

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

5) 도급자는 과업 수행 중에 발생할지 모르는 천재에 대해서는 필요한 모든 조치를 강구하여 피해를 최소화하여야 한다.

6) 도급자는 과업 수행 중 타 시설물(기존건물, 포장, 도로, 수목)에 손상을 주거나 인명피해, 교통방해 등이 발생하지 않도록 필요한 모든 조치를 강구해야 한다.

#### 1.2.20. 폐기물

도급자는 과업에서 생긴 폐기물은 감독원의 지시에 의하여 정리하고, 폐기물 처리법에 의거하여 도급자 비용으로 전문 용역업체에 위탁 처리하여야 한다.

#### 1.2.21. 사고의 보고


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

#### 1.2.22. 작업시간

도급자가 본 과업 수행에 있어 불가피하게 야간작업 및 주말(토, 일)작업을 하고자 하는 때에는 미리 감독원의 승인을 받아야 한다.

#### 1.2.23. 작업 일시중지

감독원은 다음사항이 발생하였을 경우에는 작업의 일시중지를 명할 수 있으며, 작업 중지로 인한 손해는 도급자 부담으로 한다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 13/116

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

#### 1.2.24. 설계변경


- 1) 발주자는 다음의 사유가 발생한 때에는 국가를 당사자로 하는 계약관련 규정에 따라 설계 변경할 수 있다.
  - 발주자의 내부방침이 변경된 때
  - 설계내용이 과업의 목적달성에 현저히 부적합하다고 판명된 때
  - 새로운 공법이나 자재가 개발되어 과업의 질을 향상시키거나, 비용을 절감할 수 있다고 판단된 때
  - 현장여건이나 설계조건이 변경된 때
  - 기타 부득이한 사유가 발생한 때
- 2) 설계변경의 내용에 대하여 발주자와 도급자가 서면 합의한 경우에는 과업의 원활한 수행을 위하여 계약변경전이라도 변경된 내용에 따라 선 조치해야 한다.

#### 1.2.25. 완료보고서의 작성

도급자는 과업 완료와 동시에 발주자가 요구하는 바에 따라 완료보고서 2부를 제출한다. 완료보고서에는 기술적 사항과 사진대지가 포함된다. 제출 도면자료는 하드카피 A3(도면) 2부, 하드카피 A4 책자(도면) 2부, USB (CAD-A3 / PDF / WMF, 완료보고서)를 제출하여야 한다.

#### 1.2.26. 도급자의 의무

- 1) 모든 과업의 수행은 기술시방서와 설계도면에 부합되도록 하여야 하며, 도급자는 과업 수행전반에 대하여 책임을 져야 한다.
- 2) 도급자는 기술시방서, 설계도면을 충분히 숙지하고 입찰시 배포된 설계도면을 참조하여 설치 현장을 확인 후 배치도 및 상세제작도를 다시 작성하여 KFE 승인 후 과업에 임하여야 한다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 14/116


- 3) 도급자는 국가기술자격법에 의하여 기술자격을 취득한 기술자를 현장에 배치하여 과업의 수행에 만전을 기하여야 한다.
- 4) 도급자는 발주자가 본 과업의 최종 인계를 받을 때까지 목적물의 관리 책임을 져야한다.
- 5) 도급자는 손상을 받은 부분이나 수준 이하로 작업된 부분은 발주자가 만족할 때까지 재 작업하여야 한다.
- 6) 현장대리인은 발주자의 승인 없이 현장을 이탈하여서는 안 된다.
- 7) 도급자는 본 과업에 대한 제반 검사결과 처분지시가 있는 때에는 이에 따라야 하며, 이의를 제기하여서는 안 된다.
- 8) 본 과업으로 인하여 타 시설물을 훼손한 경우에는 도급자 부담으로 손해 배상이나 원상복구를 하여야 한다.
- 9) 도급자는 발주자가 지명한 감독원의 정당한 업무수행을 방해하여서는 안 된다.
- 10) 도급자는 계약내용의 변경을 수반하는 사항은 발주자의 서면통지가 없는 한 시행하여서는 안 된다.

#### 1.2.27. 이의신청

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

#### 1.2.28. 현장 관리

- 1) 도급자는 작업현장에서의 출입자 감시, 풍기단속, 위생관리, 화재 및 도난 방지와 기타의 사고방지에 특히 유의하여야 한다.
- 2) 도급자는 발주자가 지정하는 장소에 작업 명, 작업 기간, 작업 도급자명 등을 기재한 안내 표지판을 설치하여야 한다.
- 3) 도급자는 현장 및 그 부근에 있는 지상 및 지하의 기존시설의 이용이나 통행에 지장을 주지 않도록 하여야 한다.
- 4) 도급자는 현장사무실내에 현황을 파악할 수 있는 상황판을 발주자와 협의하여 설치하여야 한다.
- 5) 도급자는 소음, 분진발생 등에 대한 예방책을 강구하여 환경피해가 발생하지 않도록 하여야 한다.
- 6) 현장은 항상 정돈된 상태에서 청결과 안전관리에 만전을 기하여 작업에

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 15/116

임하고, 작업자는 매일 일과 종료 후 현장정리정돈을 하고 감독원의 점검을 받는다.

7) 설치 전의 장비 및 자재는 보양을 철저히 하여 변형을 방지하여야 하고, 변형이 된 장비 및 자재는 신속히 신품으로 대체하여야 한다.

#### 1.2.29. 공정계획 준수

1) 도급자는 감독원의 승인을 받은 공정계획에 따라 작업을 진척시켜야 한다.

2) 도급자는 작업이 공정계획대로 진척되지 않을 경우에는 그 상세한 원인과 공정만회 대책을 강구하여 감독원에게 보고하여야 한다.

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

#### 1.2.30. 과업의 구분

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

1) 벽, 바닥 슬리브 등의 관통부위에 대한 방화구획

2) 현장 전체에 대한 관리

3) 공통가설 시설물의 설치 및 관리

4) 기타 작업의 구분이 불명확한 경우로서 감독원이 지정하는 작업

#### 1.2.31. 유지, 보수용 자재의 확보


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

#### 1.2.32. 과업 기간

1) 본 과업의 총 수행 기간은 계약서 명기와 같다.

2) 총 과업 수행 기간에는 기후, 현장 및 도로 등 주변사정, 노무 및 자재사정, 설계변경 등에 영향을 미칠 수 있는 모든 사정이 감안되고, 기타 일시적인 작업 중지 기간이 포함된 것으로 보아야 한다.

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

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 16/116

### 1.3. IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설에 관한 사항

#### 1.3.1. 일반사항

##### 1) 관계법규 및 인허가사항

- 모든 작업은 관계법규(조례 및 규칙포함)를 준수하여 실시하고, 본 과업 수행에 수반하여 발생하는 모든 인허가업무는 도급자가 이행해야하며, 소요되는 비용은 도급자가 부담하여야 한다.

##### 2) 적용 및 우선

- 모든 작업은 설계도면 및 본 기술시방서에 준하여 실시하며, 서로 상이한 부분이 있을 때에는 감독원의 지시에 따른다.

- 기술시방서, 설계도면 및 내역서 중 어느 한 도서에서라도 표기되어 있는 사항은 작업을 수행하여야 한다.

- 기술시방서 및 설계도면의 표기방법이 불명확하거나 이의가 생겼을 때에는 산업설비관련 국가표준기술시방서, 한국산업규격 관계법규 및 조례 등을 준용하며, 해석상의 이의가 발생할 경우에 감독원의 해석에 따라야 한다.

- 본 과업은 증설 및 시험 등을 포함한다.

- 본 과업에 대한 설계도서가 관계법령과 상이한 부분이 있을 경우에는 관계 법령에 따라 시행해야 하며, 과업 수행기간 중 관계법령이 개정된 때에는 개정된 법령에 따라 설계 변경하여야 한다.

#### 1.3.2. 과업의 시행

1) 모든 작업은 제반설비가 충분하고, 만족스러운 기능을 발휘하도록 확실하게 증설하고, 명시되지 않은 경우일지라도 당연히 필요하다고 판단되는 사항은 도급자 책임으로 성실히 수행하여야 한다.


2) 도급자는 과업 수행 전에 공정표 및 세부계획서, 기술인력 현황 및 기술자의 인적 사항을 감독원에게 제출해야하고, 현장대리인은 상주하여 제반 공정관리 및 안전관리에 책임을 다하여야 한다.

3) 도급자는 과업 시행 전 관계설비의 계통을 숙지하고, 본 과업 수행과 관계되는 해당 관공서의 법규에 따라서 제반설비가 그 기능을 완전히 발휘할 수 있도록 성실히 수행하여야 한다.

4) 도급자는 작업 중 감독원이 작업의 부실 또는 부정이라 인정할 시 감독원의 지시에 따라 즉시 재작업 또는 보수하여야 한다.

5) 도급자는 설계도면, 기술시방서 및 내역서에 명시되지 않은 사항일지라도



	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 17/116

작업상, 구조상, 외관상, 기능상 당연히 필요한 사항 또는 법령에 규제된 사항은 감독원 지시에 따라 보완하여야 한다.

6) 제작 또는 작업상 필요한 도면은 작업 전 설치도면 및 제작도를 작성하여 감독원의 승인을 받고 설치 또는 제작하여야 한다.

7) 본 과업 수행을 위한 현장사무소 및 창고 등 필요한 가설물을 설치할 경우 설치장소, 방법 등 제반사항은 감독원의 지시에 따른다.

8) 화기를 사용하는 장소, 인화성 재료의 저장소 등은 될 수 있는 한 건축물 또는 관계법규에 따라 방화구조 또는 불연재를 사용하고 소화기를 비치한다.

9) 본 과업은 모든 기능시험을 완료하여 감독원의 완료검사 확인 시점을 과업 완료로 본다.

10) 작업 후에 검사가 불가능하거나, 감독원이 지시하는 개소에는 천연색 사진을 촬영하여 감독원의 확인을 받은 후 보관하여 완료 시에 제출하여야 한다.

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

### 1.3.3. 사용자재 및 기기

#### 1) 재료, 기기의 요청 및 승인

- 본 과업에 사용되는 모든 제작도면, 설치도면, 장비 및 기자재는 감독원의 승인을 받아야 한다.


- 도급자는 1)항에 기재된 승인요청 계획을 작성, 감독과 협의 승인을 받아야 한다.

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

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

#### 2) 기기 및 재료

- 본 과업에 사용되는 기자재는 KS(한국산업규격)규격의 신품을 원칙으로 하고, KS 규격이 없는 것은 ASTM, JIS 등에 준하되 특별히 지정되지 않은 것은 감독원과 협의, 승인을 받아 사용해야 한다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 18/116

- 기기에는 제조자, 제품번호, 제조 년/월/일, 형식 및 용량 등을 표시한 명판을 부착하여야 한다.
- 모든 열사용 기자재는 에너지이용합리화법에 의한 등록업체 제품으로 한다.

#### 1.3.4. 시험 및 검사

##### 1) 일반사항

- 시험 및 검사의 방법은 관계법규, 한국산업규격 및 기타 준용기준이 있을 때에는 그것에 따른다.
- 관공서 또는 공인기관의 시험 및 검사를 필요로 하는 것은 그 시험 및 검사에 합격하여야 한다.

##### 2) 시험 및 검사방법


- 작업 중 특기사항에 명시되었거나, 각 작업의 공정에 따라서 감독원이 지시하는 단계에서는 반드시 기기, 재료, 설치에 대한 시험 및 검사를 행한다. 다만, 제조회사들의 공인기관 검정 시험성적서 및 검사증 등에 의해 인정된 것 또는 감독원이 승인하는 경미한 사항에 대하여는 시험 및 검사를 생략할 수 있다.
- 설치자는 시험, 검사양식에 의거, 시험, 검사할 부분에 대하여 24시간 전에 시험내용, 장소, 시간, 기술, 특기사항 등을 명기하여 제출하여야 한다.

#### 1.3.5. 시운전과 조정

- 1) 모든 작업의 완료시에는 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) 용접작업 및 시운전시 소요되는 유틸리티(전력, 용수, Air)는 발주자가 공급하고, 시운전에 필요한 소모품 및 약품 류 등은 도급자가 공급하여야 한다.

#### 1.3.6. 뒷정리

작업자는 매일 일과 종료 후 현장정리를 철저히 하고 관계자의 확인 후 일

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 19/116

을 종료하며, 공정별로 청소를 시행한다.

#### 1.3.7. 인계인수

- 1) 완료검사 후에는 각종 관계도서, 시험성적서 및 검사증을 감독원에게 인계하여야 한다.
- 2) 주요기기 또는 필요한 개소에는 안전수칙 및 각종표찰을 부착하여 관리요원으로 하여금 안전 및 관리에 만전을 기하도록 하여야 한다.
- 3) 각 노출배관에는 종류별로 방향표시(Identification) 및 칼라 코딩(Color coding)을 부착하되 크기, 재질 및 위치는 감독원의 승인을 득한 후 부착하여야 한다.
- 4) 각종 장비에는 명판을 작성하여 감독원의 승인을 득한 후 부착하여야 한다.

#### 1.3.8. 보양

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


### 1.4. 제출문서

#### 1.4.1. 적용범위

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

#### 1.4.2. 일반요건

- 1) (도급자 의무) 도급자는 본 기술시방서에서 정하는 대로 계약 이행을 위한 각종 서류 및 도면을 발주자에게 제출하여야 한다.
- 2) (서류품질) 도급자가 제출하는 서류 및 도면은 정상적인 육안으로 판독이 가능할 수 있도록 작성 또는 복사상태가 양호해야 하며 재복사 또는 전자매체 제작 등이 가능한 상태의 품질이 유지되어야 한다.
- 3) (발주자의 검토) 도급자가 제출하는 서류 및 도면은 계약요건에 따라 업

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 20/116

무에 적용하기 전에 발주자의 검토를 받아야 한다.

4) (서류식별) 도급자가 제출하는 서류에는 서류명칭, 서류번호, 개정번호, 작성일자 등이 명확하게 기재되어야 하며 서류의 각 면마다 서류번호, 개정번호, 페이지가 표시되어야 한다.

5) (서류번호) 계약서요건에 발주자가 제시한 서류분류번호 부여방법이 있을 경우 도급자는 이를 준수해야 한다.

6) (서류승인) 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 추진방안 및 추진일정을 제출하여야 한다.

- 설계, 제작 및 품질관리 방안
- 추진 인력 편성표(인원, 경력 등)
- 제작 공정표
- 기타 관련 자료

2) 제작 전 아래 명기한 자료를 제출해야 한다.

- 제작도
- 검사 및 시험 절차서
- 제작절차서(제작절차, 용접절차, 세정절차, 표면처리절차)
- 검사 및 시험 계획서(ITP)
- 포장 및 운송절차서
- 설치 절차서


3) 제작 기간 중 아래 명기한 자료를 제출해야 한다.

- 제작공정에 대한 검사 및 시험 성적서
- 주요공정의 제작 진행상황 사진
- 각 공정별 제작방법 및 품질관리 기록서
- 부적합 보고서

4) 매주 주간 진척사항 및 업무진행 상황을 문서로 작성하여 제출한다.

5) 완료 시 아래 명기한 자료를 제출해야 한다.

- 제작도면(hard copy, 전자화일)
- 제작절차서(제작절차, 용접절차, 세정절차, 표면처리절차)

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 21/116

- 검사 및 시험 절차서
- 검사 및 시험 계획서(ITP)
- 검사 및 시험 성적서
- 설치 절차서
- 주요공정의 제작 진행상황 자료
- 각 공정별 제작방법 및 품질관리 기록서
- 부적합 보고서

#### 6) 자료 제출 일정

- 제작 추진방안 및 추진일정 자료 : 계약 후 7일
- 제작 전 제출자료 : 계약 후 15일 이내
- 제작 중 제출자료 : 협의 후 결정
- 완료 시 제출자료 : 설치완료 검사 후 제출

7) (자체검토, 승인) 도급자가 발주자에게 제출하는 모든 서류 및 도면은 계약서 및 계약서에서 요구하는 기술기준과 품질보증계획서에 따라 작성, 검토, 승인되어야 한다. 도급자가 자체승인하지 아니한 서류가 발주자에게 제출되어서는 안 된다.

8) (용지사용) 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 관리기준이 수립, 운영된 것이어야 하며 검색가능, 복사가능, 재생가능, 이중보관 등의 품질 요건이 충족되어야 한다.


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

11) (재고기록) 도급자는 발주자가 제공한 품목의 물량에 대한 재고기록을 유지하고 발주자의 요청 시 재고기록보고서를 발주자에게 서면으로 제출하여야 한다.

#### 1.4.4. 기록매체 제작 및 검사요건

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

2) USB에 수록할 모든 자료(도면 및 문서)의 Image File Format은 CCITT Group4 TIFF 압축 방식 또는 PDF(Portable Document Format)를 사용한

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 22/116


다.

- 3) Image File은 화면 검색 및 출력 시 판독이 가능한 해상도(200DPI 이상)를 유지하도록 Scanning되어야 한다.
- 4) 도면 및 문서의 Image File 변환 시 Scanning 축척은 1:1로 하여야 한다.
- 5) 도면인 경우는 Multipage TIFF & JPG(1개의 이미지파일 내에 다수개의 페이지를 모두 포함시킬 수 있는 파일포맷)를 사용할 수 없으며, 문서인 경우에 한하여 Multipage TIFF를 사용한다.
- 6) USB에 수록할 경우 자료의 목록과 원문 이미지 데이터가 연계될 수 있도록 수록 폴더명, 파일명(File Name) 등을 동일하게 부여하여 수록하여야 한다.
- 7) 전자매체에 수록하여 보관되는 모든 기록물은 KFE 전산시스템에 등록 가능한 형태의 자료이어야 한다.
- 8) (기록검사) 도급자가 제출한 전자매체에 수록된 기록물은 발주자의 내부 기준(수량 검사 및 파일 수록상태 검사, 화질 검사, 검색 연동성 검사 및 외관 검사, 표준 색인 목록 검사 등)에 따라 별도의 인수검사를 하여 전자매체 및 수록된 기록물의 품질이 불량하다고 판정될 때는 인수를 거절할 수 있다.

#### 1.4.5.

##### 품질증빙서류

- 1) (제출요건) 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 [재료시험성적서 또는 재료확인서(Certificate of Compliance) 포함]
  - 제작 중 발생된 각종 시험, 검사보고서
  - 특수 작업(용접, 비파괴검사, 세정) 기록
  - 부적합보고서(NCR), 시정조치요구서, 공급자 불일치사항 처리요청서(SDDR)종결분
  - 최종 제작도면(Final Fabrication Drawing)
  - 일반규격품 적합성 인증서(Certification of Conformance for CGI Dedication)


	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 23/116

- 기타 품질검사계획에 의거 요구되는 서류(공정별 절차서)

3) (편철) 품질증빙서류는 편철, 색인, 페이지 부여 등에 있어 찾아보기에 불편함이 없어야 하며 도급자의 책임자가 그 앞 페이지에 최종검토, 확인서명을 해야 한다.

4) (식별) 품질증빙서류의 바인더 앞표지에는 품목 WBS, 계약번호, 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.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 24/116

## 2. 기술사양

### 2.1. 개요

KSTAR 실험 고도화에 따라 IRC 전원장치를 신설하고, IVC 전원장치 및 IPS의 성능향상에 따라 냉각수 공급량을 증대가 필요하다. 위의 신설 및 성능향상 되는 장치는 기존의 냉각수시스템 #2에서 냉각수를 공급한다. #2는 PF MPS 및 IVCC/ICRF antenna에도 냉각수를 공급하고 있다. (BFD 참고)


#2는 지금까지 KSTAR 실험 고도화 따라 IVC 전원장치 및 IPS가 성능향상 되면서 함께 증설되었고 동시에 유희설비도 발생했다. 본 기술 검토에서는 시스템의 안정화와 함께 건설비용 및 운전비용을 절감한다. 전원장치 패널 내에 냉각수 연결은 호스와 커플링으로 연결되어 있다. 따라서 전원장치에서 요구하는 냉각수압력을 요구압력 이하로 유지하는 것이 중요하다. 더불어 요구 냉각수량도 공급되어야 한다. 따라서 전원장치 후단의 마찰손실이 작아지도록 열교환기를 병렬로 배치하고 배관의 구경도 한 단계 증대하였다. 유희설비 활용으로 건설비용 절감하고 냉각수펌프 최적화 및 IVCC 전용펌프 구성으로 운전비용을 절감한다.

### 2.2. 장치 요구사항

2.2.1. 금번 성능향상 되는 전원장치의 설치 위치는 아래 그림과 같다.





	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 25/116

2.2.2. 아래 표는 금번 성능향상되는 전원장치 요구사항이다.

구분	유량 (ℓ/min)	공급압력 (bar)	차압 (bar)	공급온도 (℃)	온도차 (℃)	비 고
IPS	170 (2.8 ℓ/s)	6	1	< 30	< 20	
IVC	400 (6.7 ℓ/s)	7	2	< 30	< 20	
IRC	400 (6.7 ℓ/s)	7	2	< 30	< 20	

### 2.3. #2 냉각수량 기존/증설 비교


PF MPS 냉각수량은 변경이 없다. 기존의 DWP-021이 냉각수를 공급한다. IPS, IVC PS는 성능향상으로 인해 냉각수량이 증대되어야 하고, IRC PS는 신설 장치로서 냉각수량이 추가되었다. 기존의 DWP-023이 냉각수를 공급한다. 기존의 DWP-023이 냉각수를 공급하던 IVCC/ICRF antenna는 신설되는 DWP-025 펌프가 냉각수를 공급한다.

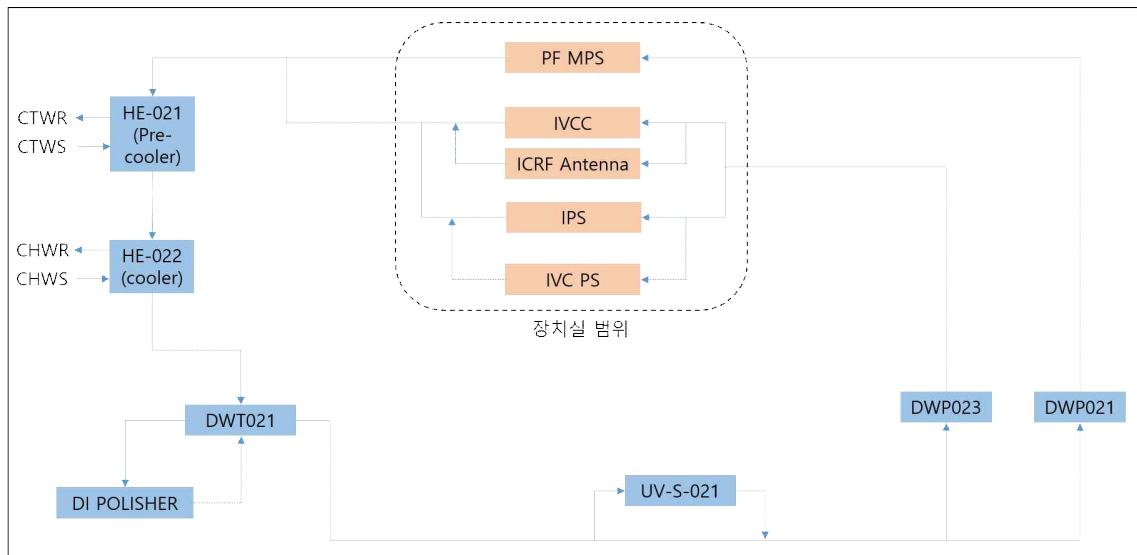
장 치 명	유량(ℓ/sec)		대응 펌프
	기 준	증 설	
<b>PF MPS</b>	<b>26.7</b>	<b>26.7(96 CMH)</b>	<b>DWP-021</b>
(1) IPS	14.2	17	
(2) IRC PS	-	6.7	
(3) IVC PS	2.8	6.7	
<b>1+2+3</b>	<b>17</b>	<b>30.4(110 CMH)</b>	<b>DWP-023</b>
(1) IVCC	9.9	9.9	
(2) ICRF antenna	4.2	4.2	
<b>1+2</b>	<b>14.1</b>	<b>14.1(50.8 CMH)</b>	<b>DWP-025</b>
Total SUM	57.8(3,468 lpm)	71.2(4,272 lpm)	

### 2.4. 기존/증설 Block Flow Diagram

#### 2.4.1. 기존 Block Flow Diagram

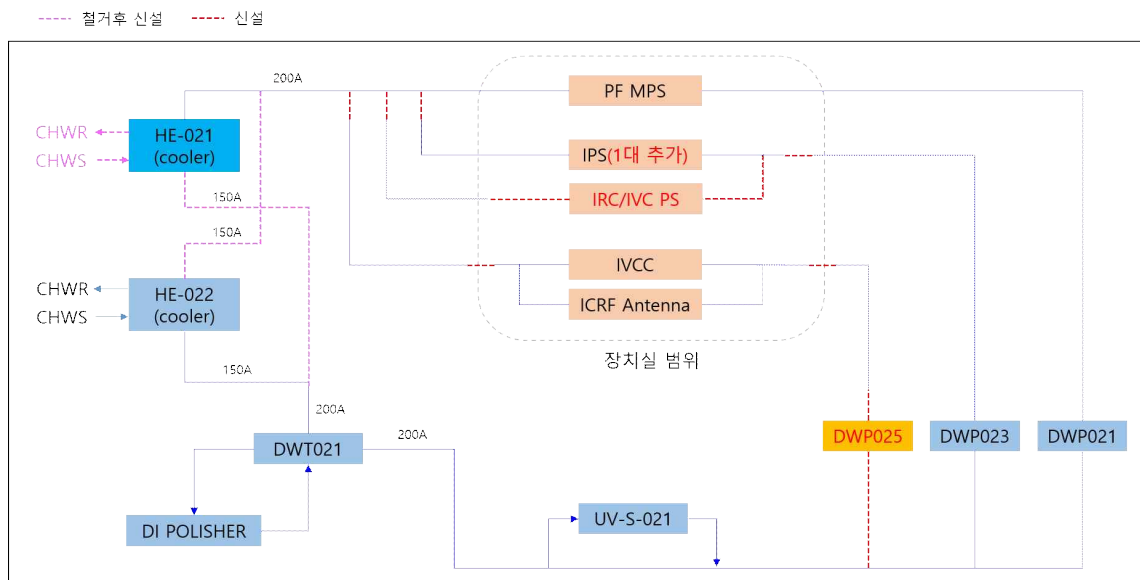
DWP-021은 PF MPS에 냉각수 공급하고, DWP-023은 IVCC, IPS, IVC PS에 냉각수를 공급한다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 26/116



#### 2.4.2. 증설 Block Flow Diagram

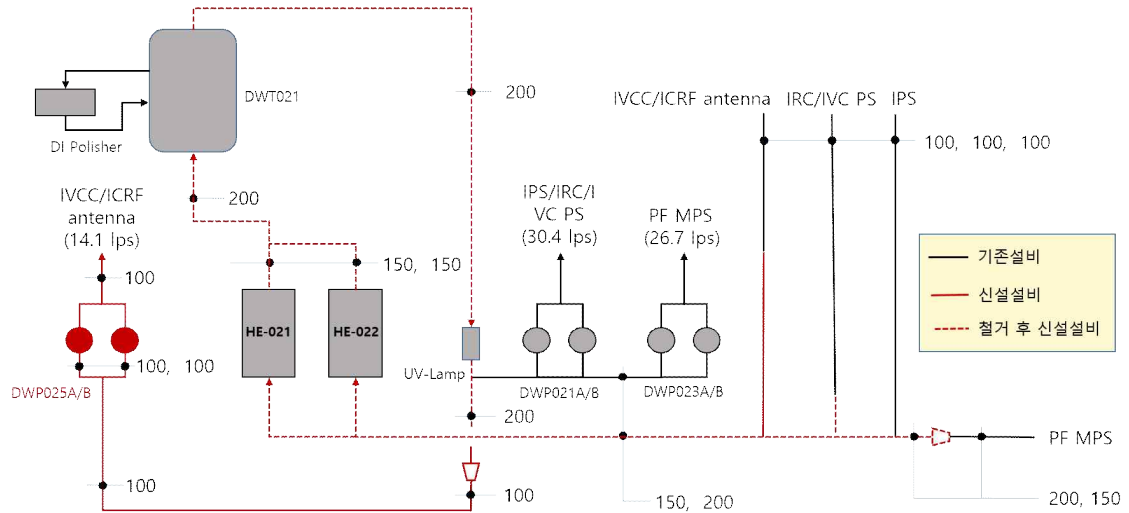
DWP-021은 기존과 동일하게 PF MPS에 냉각수 공급한다. DWP-023은 IPS, IRC/IVC PS에 냉각수를 공급하며, 추가된 펌프 DWP-025는 IVCC 및 ICRF antenna 전용이다. 열교환기는 Pre-cooler가 Cooler로 변경되고 기존 직렬방식에서 병렬방식으로 변경된다.



#### 2.5. 상세 Block Flow Diagram

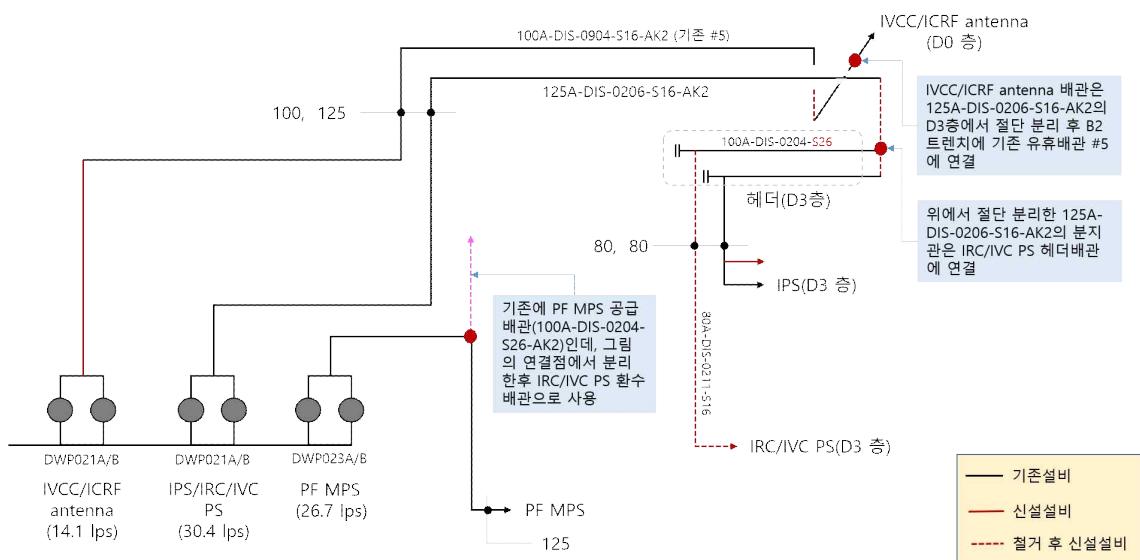
##### 2.5.1. SB201(설비동 냉각수펌프실)에 설비배치

환수 공통배관 구경은 장치의 냉각수 공급압력을 유지하기 위해 기존 150 mm에서 200 mm로 증대한다.




### 2.5.2. 공급배관 상세설명

IVCC/ICRF antenna 냉각수 공급배관은 지하2층 트렌치에 유틸설비인 #5 배관을 사용한다. 환수배관도 동일하게 사용한다. 주장치실 D3의 유틸설비 PF MPS 냉각수헤더는 IRC/IVC PS 전용헤더로 사용한다. 주장치실 D3에 IRC/IVC PS 전용 냉각수 공급 배관 80 mm 배관한다. 환수배관도 동일하다. IRC/IVC PS가 2024년 설치된다면, 현재 실험장치의 상황에 따른 적절한 가지배관을 비용추가 없이 추가 배관한다.

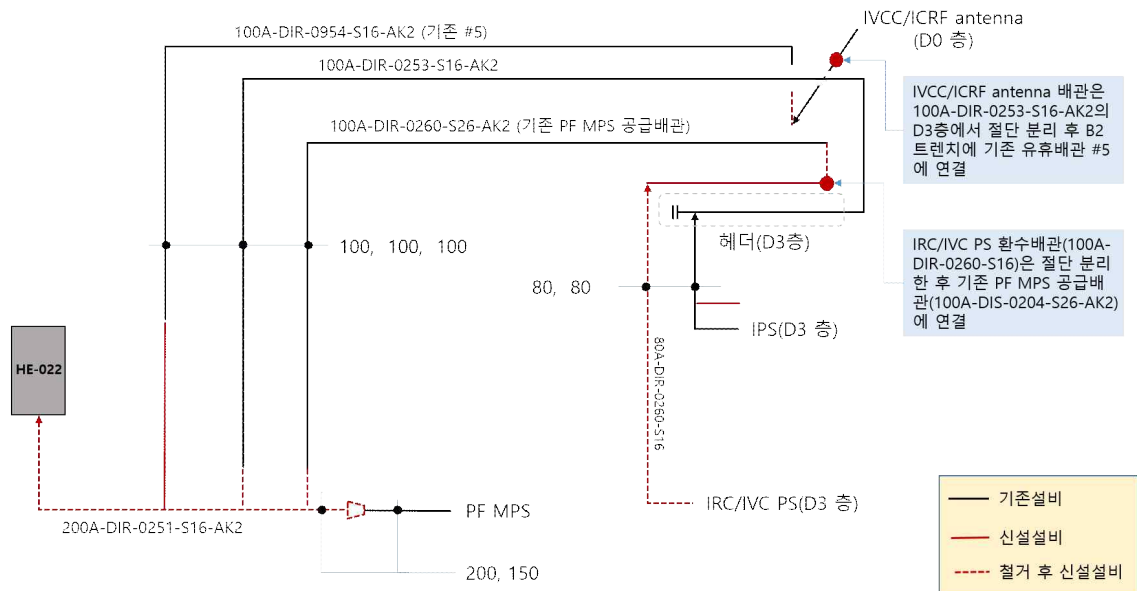


### 2.5.3. 환수배관 상세설명

주장치실 D3로 연결되는 구경 100 mm인 PF MPS 공급배관은 IRC/IVC PS

	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 28/116


전용 냉각수 환수배관으로 사용한다. IPS 패널 1대 추가설치에 따라 냉각수 공급/환수 포트를 설치한다. SB201에 환수 공통배관과 주장치실 D3에 배관은 아래 그림과 같이 연결한다. IRC/IVC PS가 2024년 설치된다면, 현재 실험장치의 상황에 따른 적절한 가지배관을 비용추가 없이 추가 배관한다.



## 2.6. #2 계(loop)의 압력분포 검토

### 2.6.1. 개요

순환배관 설계에서 중요한 것은 장치입구 냉각수 압력이 장치의 냉각수 허용압력 이하인지를 확인하는 것이다. 만약 장치입구 냉각수 압력이 장치의 냉각수 허용압력 이상이면, 우선 장치 후단의 냉각수 마찰손실을 줄여야 한다. 하지만, 장치 후단의 냉각수 마찰손실을 줄이는 것에 한계가 있으면 장치 입구에 감압밸브를 설치하여 장치입구 냉각수압력을 허용압력 이하로 설계해야 한다. 이때 감압밸브의 감압압력은 펌프의 양정 산정에 포함하여 펌프를 선정해야 한다. 위의 현상은 #2에서 DWP-021, DWP-023에 해당한다. 상세내용은 아래 압력분포표를 참조한다. 위에서 장치 후단의 냉각수 마찰손실을 줄이는 방법은 우선 건설비용이 상대적으로 적은 열교환기의 마찰손실을 줄이는 것이다. 다음으로 배관의 구경을 증대하는 것이다. 아래 표와 그림은 냉각수 순환계에서 열교환기의 마찰손실이 상대적으로 큰 것을 확인할 수 있다. 1대 운전은 DWP-021 단독운전이고, 2대 운전은 DWP-021, DWP-023가 동시에 운전하는 상황이다. 펌프 출구에서 장치 입구까지의 압력이 1대, 2대 운전과 변화가 없는 것은 펌프 흡출구에 차압밸브가 설치되어

	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 29/116

OPEN 했기 때문이다. 2대 운전에서 장치 출구압력이 상승한 원인은 열교환기 마찰손실의 증가이다. 그런데 #2에서는 열교환기의 마찰손실을 줄이는 것으로 한계가 있어서 공통배관의 구경을 150 mm에서 200 mm로 증대한다.

번호	구 분	1대	2대
1	펌프 흡입	2.3	2.1
2	펌프 출구	11.7	11.7
3	5-1 체크밸브 후	10.6	10.6
4	장치입구(감압변2차)	7.3	7.3
5	패널 감압변 1차	7.8	7.8
6	패널 감압변 2차	6.3	6.5
7	장치 출구	2.5	3.7
8	열교환기 입구	3.2	4.2
9	열교환기 출구	2.4	2.5
8 - 9		0.8	1.7



#### 2.6.2. PF MPS 순환계


PF MPS의 냉각수 허용압력은 7 bar 이하이며, 아래 표는 장치 입구압력과 펌프의 양정을 산정한 것이다. 위 표의 계산조건은 아래와 같다.

마찰손실 기준으로 산정한 값			장치입구 감압압력(bar)	양정(m)
마찰손실(m)	펌프출구압력(bar)	장치입구압력(bar)		
67	8.7	8.2	1.2	79

펌프의 양정산정은 단일배관구간의 마찰손실 값과 공통배관구간의 마찰손실 값의 합으로 산정하였다. 펌프 흡입구 압력은 운전 중 조건으로 2 bar로 선정하였고, 펌프 출구 ~ 장치입구 간의 압력손실은 0.5 bar(운전 결과) 선정하였다. 양정 79 m의 산정식은 8.2 bar(장치입구압력) - 7 bar(장치요구 허용압력) + 67 m(마찰손실) = 79 m이다.

#### 2.6.3. IPS, IRC/IVC PS 순환계

IPS의 냉각수 허용압력은 6 bar 이하이며 IRC/IVC PS의 냉각수 허용압력은 7 bar 이하이다. DWP-023은 IPS와 IRC/IVC PS의 각각 냉각수 순환계를 검토한다. 아래 표는 계의 마찰손실이 IPS보다 더 큰 IRC/IVC PS를 기준으로 펌프의 양정을 산정한 것이다. 아래 표의 계산조건은 위“2.6.2”와 동

	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 30/116

일하다.

마찰손실 기준으로 산정한 값			장치입구 감압압력(bar)	양정(m)
마찰손실(m)	펌프출구압력(bar)	장치입구압력(bar)		
57	7.7	7.2	1.2	69

#### 2.6.4. IVCC/ICRF antenna 순환계

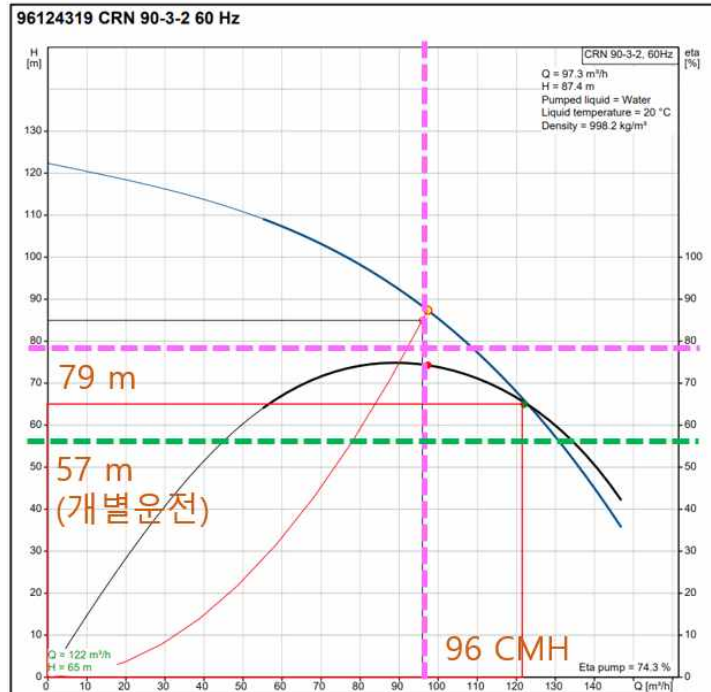
IVCC/ICRF antenna의 냉각수 허용압력은 5 bar 이하이며 아래 표는 장치 입구압력과 펌프의 양정을 산정한 것이다. 아래 표의 계산조건은 아래와 같다. 펌프의 양정산정은 단일배관구간의 마찰손실 값과 공통배관구간의 마찰손실 값의 합으로 산정하였다. 펌프 흡입구 압력은 운전 중 조건으로 2 bar로 선정하였고, 펌프 출구 ~ 장치입구 간의 압력손실은 2 bar(운전 결과) 선정하였다.

마찰손실 기준으로 산정한 값			장치입구 감압압력(bar)	양정(m)
마찰손실(m)	펌프출구압력(bar)	장치입구압력(bar)		
47	6.7	4.7	0	47

#### 2.7. 냉각수펌프 최적 선정

##### 2.7.1. DWP-021

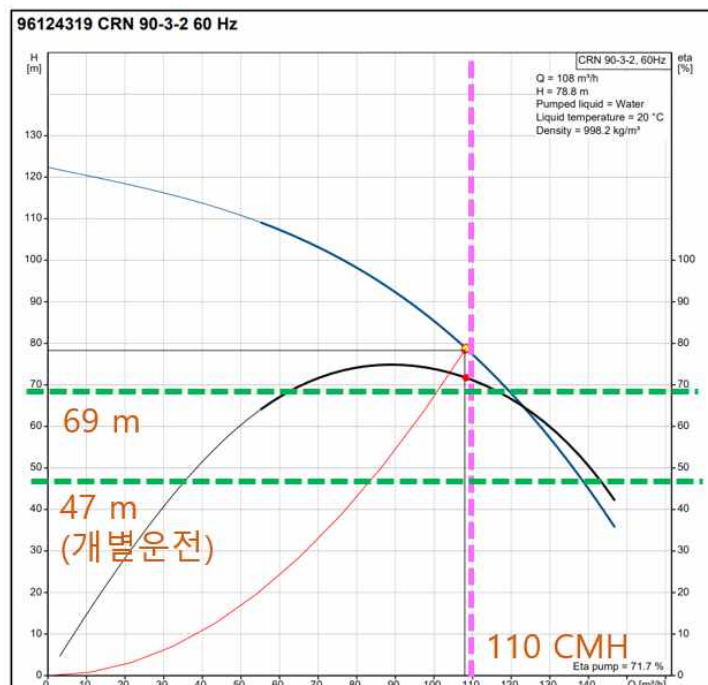
“2.6.2항”의 표에 양정(79 m, 펌프 3대 동시운전 시 양정)과 “2.3항”의 표에 증설 유량을 아래 그림에 표시하였다. 아래 그림의 양정 57 m는 펌프 DWP-021의 단독운전 시의 값이다. 운전점이 안정적인 구간에 있는 것을 확인할 수 있다. 아래 펌프 성능곡선은 현재 운전하고 있는 펌프에서 Maximum size 임펠러를 철거한 것이다. 현재 운전하고 있는 펌프는 PF MPS 요구사양에 비해 용량이 크다. 따라서 운전비용 절감을 위해 임펠러를 철거하였다. 펌프 출구압력을 설계압력 이하로 유지하기 위해, 양정을 79 m 이하로 유지해야 하며 운전방법은 2가지 있다. 첫째는 펌프주변의 차압밸브 1차압력을 조정하여 펌프 토출구 냉각수를 펌프 흡입구로 순환한다. 둘째는 5-1 체크밸브를 닫아서 양정을 올리면, 차압밸브로의 냉각수 순환은 없다.




### 2.7.2.

#### DWP-023

“2.6.3항”의 표에 양정(69 m, 펌프 3대 동시운전 시 양정)과 “2.3항”의 표에 증설 유량을 아래 그림에 표시하였다. 아래 그림의 양정 47 m는 펌프 DWP-023의 단독운전 시의 값이다. 운전점이 안정적인 구간에 있는 것을 확인할 수 있다. 운전방법은 위의 “2.7.1”와 동일하다. 시운전 후 펌프 양정이 여유가 있으면, 비용 추가없이 임펠러를 조정할 수 있다.

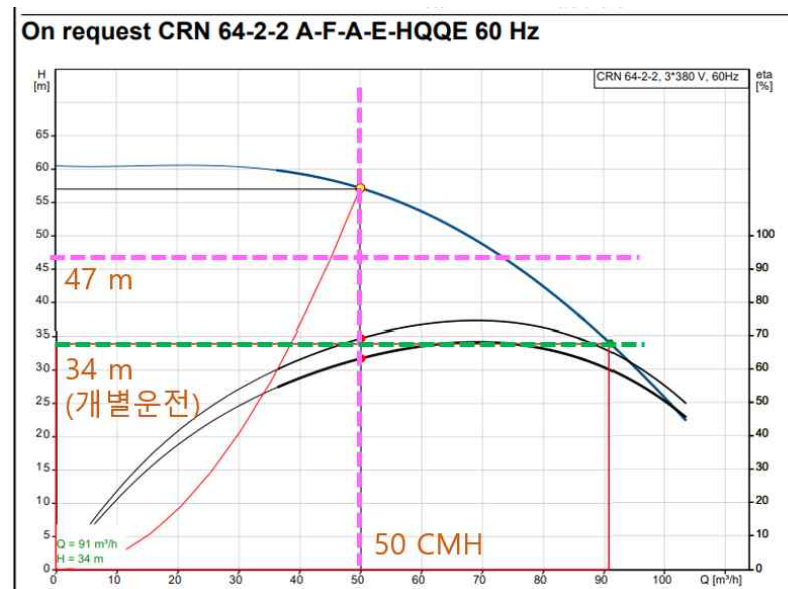




	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 32/116

### 2.7.3. DWP-025

“2.6.4항”의 표에 양정(47 m, 펌프 3대 동시운전 시 양정)과 “2.3항”의 표에 증설 유량을 아래 그림에 표시하였다. 아래 그림의 양정 34 m는 펌프 DWP-025의 단독운전 시의 값이다. 운전점이 안정적인 구간에 있는 것을 확인할 수 있다. 아래 펌프 성능곡선은 현재 보관 중인 유휴 펌프에서 1단의 임펠러를 철거한 것이다. 유휴펌프는 IVCC/ICRF antenna 요구사양에 비해 용량이 크다. 위의 유휴펌프는 IPS의 성능향상으로 인해 신규펌프를 설치하면서 보관했던 것인데 금번에 사용하게 되어 건설비용을 절감할 수 있다. 따라서 운전비용 절감을 위해 임펠러를 철거하였다. 운전방법은 위의 “2.7.1”와 동일하다.




## 2.8. 건설범위 상세 설명

### 2.8.1. 장비 및 자동밸브 변경

- 1) 기존 냉각수펌프(DWP-021, DWP-023)는 납품사 혹은 제조사의 점검 및 테스트 시행 후 필요시 부품을 교체한다.
- 2) 냉각수펌프 4대(DWP-021, DWP-025)는 임펠러 수량 조정하여 최적화한다.
- 3) 유휴 냉각수펌프(DWP-025)는 지급장비이며 해당장소(SB201)에 설치한다.
- 4) IRC/IVC PS 공급배관의 PRV-0204(100 mm)는 점검 및 시운전한다. (주




	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 33/116

장치실 D3층의 PF MPS 헤더 위치)

- 5) IRC/IVC PS 공급배관에 설치된 CFV-0204(100 mm)는 철거하고 단관을 설치한다. (단관에 압력계 1개 설치)
- 6) Cooler로 변경하는 Pre-cooler는 기계 세척하고 개스킷을 교체한다.
- 7) 냉각수저장탱크, 열교환기, UV 장치, Polishing system은 기존 사양으로 사용한다. 지금까지 KSTAR 캠페인 결과 증설하지 않아도 된다고 판단한다.
- 8) 냉각수저장탱크의 입출구포트 및 내부의 매니폴드는 변경 없다.

## 2.8.2. 배관 변경 및 추가설치

- 1) (SB201) 기존 PF MPS 공급배관(100A-DIS-0204-S26-AK2)을 IRC/IVC PS 환수 전용배관으로 사용하기 위해, PF MPS 공급배관을 6~7 + I~J에서 절단하고 PF MPS 환수 주배관에 연결한다.
- 2) (SB201) IVCC/ICRF antenna 전용 환수배관으로 사용하기 위한 B2 트렌치에서 SB201 출입문 입구(6~7 + M~N)까지 배관(100 mm)된 #5는 PF MPS 환수 주배관(6~7 + I~J)까지 신설배관하고, PF MPS 환수 주배관에 연결한다.
- 3) (SB201) IVCC/ICRF antenna 전용인 DWP-025A/B의 출구(4~5 + I~J)에서 B2 트렌치 입구(6~7 + M~N)까지 배관 100 mm 신설하고 기존 #5 배관에 연결한다.
- 4) (SB201) 모든 환수냉각수(PF MPS, IPS, IRC&IVC PS, IVCC/ICRF antenna)가 모이는 곳(6~7 + I~J) - Cooler - 냉각수저장탱크 인입구 배관까지 배관 150 mm를 철거하고 200 mm로 신설한다.
- 5) (SB201) 냉각수저장탱크 출구(3~4 + N~O)에서 DWP-S-021/023의 헤더(5~6 + I~J)까지 배관 150 mm를 철거하고 200 mm 신설한다. (UV 장치와 연결지관은 변경 없음)
- 6) (SB201) DWP-S-021/023 헤더(5~6 + I~J)에서 신설펌프 IVCC/ICRF antenna 전용인DWP-025A/B 흡입구(4~5 + I~J)까지 배관 100 mm 신설한다.
- 7) (SB201) Pre-cooler가 Cooler로 변경되는 열교환기의 Cold side 측에 연결되는 배관을 냉각탑수(CWS/R) 주배관에서 철거하고 냉수(CHS/R) 주배관에 연결한다. 또한, 냉각탑수로 사용된 배관은 기계세척 후 연결한다.
- 8) (B2 트렌치) 6~16 + O~P 구간에 기설치된 #5 배관(공급, 환수)은

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 34/116

IVCC/ICRF antenna 공급 및 환수 배관으로 사용한다.

9) (주장치실) 기존 IVCC/ICRF antenna와 IPS 환수배관(100A-DIR-0253-S16-AK2)은 IPS 환수 전용배관으로 사용하기 위해 15~16 + N~O 구역에서 IVCC/ICRF antenna 환수배관을 분리한다.

10) (주장치실) 기존 PF MPS 공급배관(100A-DIS-0204-S26-AK2)을 신설하는 IRC/ IVC PS 환수 전용배관으로 사용하기 위해 15~16 + N~O 구역에서 절단하고 IRC/ IVC PS 환수 전용배관에 연결한다.

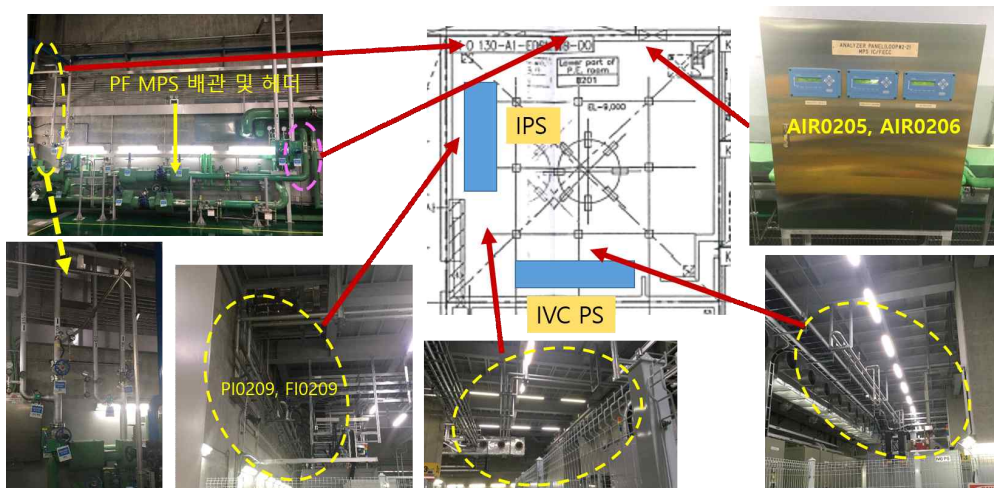
11) (주장치실) D3층(8~9 + N~O)에서 기존 IVC PS 위치(17~22 + G~H)까지 기존 배관된 65 mm를 철거하고 IRC/IVC PS의 냉각수 공급 및 환수 배관 80 mm 신설한다.


12) (주장치실) 신설 IRC와 IVC PS의 냉각수 지관 65 mm 2세트(공급, 환수)를 각각 설치하고 버터플라이밸브를 설치한다.

13) (주장치실) 추가되는 IPS-6의 냉각수 지관 50 mm 1세트(공급, 환수) 추가 설치한다. (기존과 동일하게 마감, 버터플라이밸브 설치)

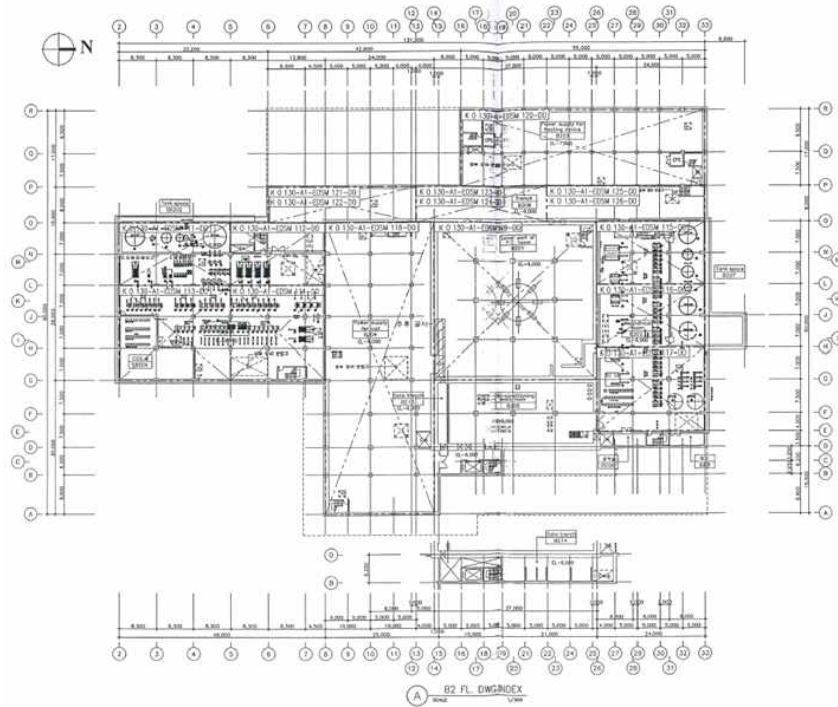
14) (주장치실) D3층에서 IPS 환수배관의 DO(용존산소) 측정라인 2개 중 1개를 철거하여 IRC/IVC PS의 환수배관에 연결한다.

아래 사진들은 위의 설명을 보완 설명한다.




	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 35/116

아래는 KSTAR 실험동 지하2층 건축평면도이다.



- 2.8.3. 보온  
SB201 부분만 보온한다. (기존 보온방법과 동일하게 칼라강판 마감) 트랜치는 이미 보온이 되어 있고, 주장치실은 보온을 하지 않는다.
- 2.8.4. 계장 변경 및 추가
- 2.8.4.1. 변경 부분은 아래와 같다.  
TE0204는 계장선 신설하고, TI0255은 신설배관에 이동설치 한다. PI0204, FI0204, AIR0205, AIR0206는 변경 없이 사용한다. IRC/IVC PS 공급헤더는 주장치실의 PF MPS 헤더를 사용하며, 기존 전도도 및 용존산소센서는 교정 및 시운전을 한다.
- 2.8.4.2. 추가 부분은 아래와 같다.  
펌프 DWP-025A/B 흡/출구에 압력센서와 계장선을 설치한다. 장치입구온도 센서(TE0204)에 계장선 설치하고, MCCB ~ DCS 간의 계장선 체크한다. DCS 프로그래밍을 수정 및 추가한다.
- 2.8.5. 전기(펌프 전원 연결)공사는 별도이다.
- 2.9. 지급설비 현황

	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 36/116

- 2.9.1. 냉각수펌프 2대 (17.5 lps × 56 m × 18.5 kW)
- 2.9.2. B2 트렌치 6~16 + O~P 구간에 기설치된 #5 배관(공급, 환수) => IVCC 공급 및 환수 배관으로 사용(설계도면에 상세표기됨)
- 2.9.3. B2 트렌치에 기설치된 #2 PF MPS 배관(공급) => IRC/IVC PS 환수 배관으로 사용(설계도면에 상세표기됨)
- 2.9.4. IRC/IVC PS 공급배관의 PRV0204(100 mm) => 요구압력에 맞게 조정
- 2.9.5. #2에 기설치된 센서들 PI0204, FI0204, TE0204, TI0255, AIR0205, AIR0206(설계도면에 상세표기됨)
- 2.9.6. 센서류 위치변경 없다. 따라서 튜브 및 계장케이블도 변경 없다. 다만, TE0204는 센서만 있어서 계장선 신설해야 하고, TI0255는 신설배관(100 mm)에 이동 설치한다.
- 2.9.7. 기존 유량센서(FI0204)의 오리피스는 최대유량이 16.1 lps이므로 변경 없이 사용한다.

## 2.10. 냉각수설비 재료 사양

### 2.10.1. 냉각수설비 재료 사양

#### 1) 재질 및 사양


- 냉각수배관은 기설치된 배관을 재활용하며, 추가로 설치되는 배관의 재질 역시 기설치된 배관 재질, 또는 이상이어야 한다. 공급 및 환수 배관은 10 kg/cm<sup>2</sup> · G 이하이므로 SCH 10으로 설치한다. 단, 공급배관은 필요 시 SCH 20으로 설치한다. 상세사항은 설계도면을 참고한다.

- 냉각수배관의 밸브는 기존의 밸브를 재사용하고, 추가로 설치되는 밸브는 기설치된 재질, 또는 그 이상이어야 하며 공급 및 환수배관은 10 kg/cm<sup>2</sup> 전후로 운전되기 때문에 10 kg/cm<sup>2</sup> 이상의 밸브를 설치하여야 한다. 단, 공급배관의 밸브는 20 kg/cm<sup>2</sup> 이상으로 설치한다. 감압밸브의 사양은 기계식으로 기존의 KFE 냉각수설비에 설치된 사양으로 한다. 주장치 근처의 valve handle 재질은 valve body와 일치하여야 한다. 또한 valve stem에서 누설이 없도록 조치하여야 한다.

#### 2) Support 재질 및 위치

##### - 재질

Support의 재질은 주장치실과 주장치실 D1층은 STS 304 이상이어야 하며

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 37/116

주장치실 D1, D2 외의 구역은 일반 steel로 제작하여도 무방하다. 주장치 주위에 설치되는 support는 감독원의 요청에 따라 표면처리를 하여 support의 외관이 미려해야 한다.

#### - 위치

Support의 위치는 배관의 신축 및 변형에 이상이 없으며 pipe의 이동 및 처짐이 없도록 간격을 정하여 설치한다.

### 3) 절연

#### - 절연 재질

절연재료로 된 gasket을 사용하며 절연와셔 및 볼트 sleeve도 절연성과 충분한 강도를 갖는 물질을 가공하여 완벽한 절연이 되도록 한다.

#### - 절연 방법 및 위치

냉각수 배관의 절연은 주 장치에 연결되는 배관을 골조에 설치하는 support와 절연이 될 수 있도록 support 중간에 절연 spacer, 절연 sleeve와 절연볼트, 절연 pad를 사용하여 주 장치에 연결된 배관이 ground와 절연이 되게 설치한다. 또한, 주장치에 연결된 배관은 냉각설비와도 절연될 수 있도록 flange를 사용하는 부분의 gasket과 절연 spacer, 절연 sleeve와 절연볼트를 설치한다.

## 2.10.2. 계장 및 자동제어

증설된 각 계측기기는 기존 junction box의 point를 사용하며, 부족한 경우 계장 junction box를 추가로 설치한다.

### 1) 온도센서(RTD-PT 100Ω)

#### - 위치

DI water 냉각수 공급 배관과 환수 배관에 sensor를 설치하고 냉각수통제실에 연결하여 입·출구 온도를 확인할 수 있어야 한다.

#### - 온도범위

기 설치된 sensor의 온도범위는 사용온도가 0 ~ 100℃까지이다.

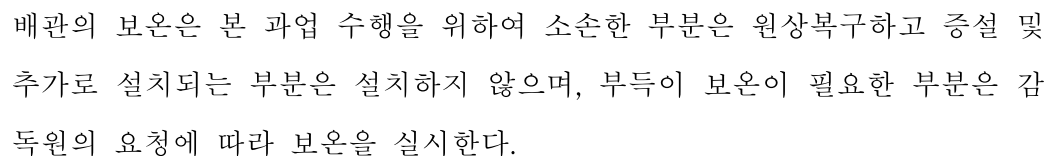
### 2) 압력센서(PT)

#### - 위치


DI water 냉각수 공급배관과 return 배관에 압력 sensor를 설치하고 냉각수통제실에 연결하여 입·출구 압력을 확인할 수 있어야 한다.

#### - 압력범위

아래 DCS 프로그램은 추가되는 장치와 설비를 반영하여 완성한다.





	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 39/116

### 3. 배관작업

#### 3.1. 일반사항

##### 3.1.1. 적용범위

- 1) 본 시방은 기 설치된 #2 냉각수시스템 증설로 설계도면 및 기술시방서, 내역에서 지정한 배관재, 부속품, 밸브류 등에 적용한다.
- 2) 본 기술시방서에 명시되지 않은 사항이나 현장 사정에 맞지 않은 것 등은 도면에 표시한 바와 감독원의 지시에 따라 작업함을 원칙으로 한다.
- 3) 도면과 자료에 사용하는 단위는 별도의 지시가 없는 한 Metric, Kilogram 및 Celsius로 한다. 배관의 호칭경은 millimeter로 하고 기호(A)를 사용한다.

##### 3.1.2. 규격

모든 배관작업은 특별한 지시가 없는 한 기준에 설치된 자재를 재사용하며, 추가분에 대해서는 동종 또는 그 이상의 KS 신품을 사용하는 것을 원칙으로 한다. KS 적용이 곤란한 경우는 JIS나 ANSI, ASTM 및 Maker STD.에 따른다. 규격, 규칙 등은 가장 최근에 채택된 기준을 적용하여야 한다.


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

##### 3.1.3. 승인 서류

배관작업은 다음의 도면 및 서류에 따라 설치되어야 한다.

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

##### 3.1.4. 운반, 저장, 보호

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 40/116

- 1) 철거 및 재활용 제품들은 제품이 손상 및 오염되지 아니하도록 포장하여 안전한 장소에 설치 전까지 보관되도록 한다.
- 2) 추가로 설치되는 배관 자재는 반입 및 설치 시 유분 등 불순물을 제거 (Acid 세정)하고 배관의 끝에는 종단 보호 캡을 씌워서 오염되는 것을 방지한다.

### 3.2. 배관 설치

#### 3.2.1. 준비


- 1) 배관작업 전에 Shop Drawing을 작성하여 감독원의 승인을 득한 후 작업한다. Shop Drawing 작성은 유지관리 측면과 타 작업 및 현장 상황을 고려하여 작성하여야 한다.
- 2) 배관이 불규칙하게 절단된 부분은 평평하게 절단하고 연마하여 평활하게 한다.
- 3) 배관 안팎에 있는 스케일 및 오염물들을 완전히 제거하여야 한다.
- 4) 배관과 장비를 연결할 수 있도록 플랜지 또는 유니온을 준비한다.
- 5) 배관공이 배관을 틀리게 연결하는 것을 막기 위하여 시스템별로 표식을 하여 구분 관리하여야 한다.

#### 3.2.2. 배관 설치

##### 1) 접합 및 설치

- 배관의 배열은 도면에 지시된 것과 같아야 한다. 실제 현장 조건이나 혹은 다른 이유로 인하여 상세도면을 변경할 때는 감독자의 승인을 득한 후에 해야 한다.
- 배관의 접합은 원칙적으로 용접(TIG)접합 및 플랜지 접합으로 하며 50A 미만에서는 필요에 따라 감독원의 승인하에 나사접합을 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.
- 나사연결 부분은 테프론 테이프와 함께 접속되어야 한다.
- 모든 배관은 지시된 것과 같이 지지물(support)을 설치해야 한다. 혹 도면에 나타나 있지 않더라도 작업자가 판단하기에 필요한 부분이나 감독원



	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 41/116

의 지시가 있을 때는 작업자가 설치해야 한다.

- 작업 시 다음 사항에 대해서는 감독원의 입회하에 실시하여야 한다.

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

- 배관의 세척은 사용유체에 따라 맞는 세척방법을 택하여 완전히 세척하여야 하며 세척 후 발생하는 폐기물은 특정 폐기물 처리방법에 따라 처리되어야 한다.

- 내압테스트 및 Flushing에 사용하는 개스킷 중 해체 후 재조립을 필요로 하는 부위는 본 작업용 개스킷을 사용하지 않고 Temporary 개스킷을 사용한다.

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

## 2) 절 단

- 본 과업 작업은 SB201 및 주장치실 D1, D2, D3층 배관의 증설로 안전장치는 물론 먼지, 분진, 배관 절단 칩 등이 확산되지 않도록 보양(진공청소기 등)을 실시하고 작업에 임해야 한다.

- 배관 및 부속 류는 기계절단 또는 그라인더, 줄 등에 의해 예리하게 절단하여야 한다.

- 가스절단, 아크절단 또는 합금강의 토오치 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.


- 배관용 관재를 파이프 카터를 사용하여 절단하는 경우에는 내면을 리머 또는 줄로 마감한다.

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


## 3) 용 접

용접에 대한 사항은 용접기술시방서에 따른다.

## 4) 제작 및 설치

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 42/116

- 배관의 제작은 운반과 설치를 고려하여 적절한 Piece로 제작되어야 한다.
- 배관재료를 운반할 때는 내부에 토사 등의 이물질이 들어가지 않도록 충분한 보호대책을 강구한다.
- 가공 면은 손상을 방지하기 위해 필요한 조치를 해야 한다.
- 배관을 제작, 증설할 때는 그것에 필요한 재료가 도면 및 기술시방서에 적합한 것인가를 확인한 후 설치한다.
- 배관은 설치 전에 공기에 의한 청소 또는 물 세척 등에 의해 관내의 스케일, 모래, 기름 등을 충분히 제거하고, 양 끝단은 즉시 제거가 적합한 소재(비닐 등)로 밀폐한다.
- 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 열처리에 의하여 영향을 받을 우려가 있는 경우에는 밸브를 해체하여 설치하여야 한다.
- 밸브 등과 같이 조작이 필요한 부품의 핸들은 조작이 용이한 위치가 되도록 한다.
- 플랜지의 연결 시에는 중심 또는 플랜지면의 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 나사 부를 휘발유 등으로 잘 씻어 충분히 건조시킨 후 Paste 기름 등을 일절 도포하지 않고 충분히 나사를 끼운다. 또한, Seal 용접 부는 많은 나사가 남지 않도록 하며 보강용접을 한다.
- 배관의 수평, 수직 및 관의 상호 평행간격은 Level Transit, 수준기 등을 사용하여 정확히 설치한다.
- 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 발생되지 않도록 설치하여야

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 43/116

하며, 보온이 적용되는 배관은 보온의 두께를 고려하여 계기 류에 대한 Protection을 충분히 검토한다.

- 이종소재의 플랜지 접합은 A플랜지 + 절연 스페이스 + B플랜지를 절연 볼트/너트를 사용하여 연결한다.

#### 5) 검 사

- 검사의 종류

- 배관 사양의 준수 여부 검사
- 직선도, 수직도, 표준도 및 제시도면 준수여부 검사

- 당 과업 수행에 필요하다고 인정하는 시점에 여하의 검사를 할 수 있다.

#### 6) 기타사항

- 본 과업 수행 중 타 시설물에 대한 파손이 있을 때는 파손한 자가 책임을 지고 원상 복구하여야 한다.

- 중요시설물 근처를 통과할 때나 매설할 때는 감독자의 사전승인을 득한 후에 시행하여야 한다.

- 과업 수행 중 동원된 작업자 소속일체의 인원내 대한 재해보상을 도급자가 진다.

- 안전작업규칙 및 기타 안전수칙은 준수해야 한다.

- 작업자는 매일 작업 완료 후 작업장 내외를 청결히 정돈하여야 하며 장비 및 자재 관리를 철저히 하여 작업의 혼잡성을 피하여야 한다.


### 3.3. 배관 청소

#### 3.3.1. 일반사항

배관의 청소방법 선택은 유체 종류별, 관 재질, 관의 내면상태 등을 고려하여 실시하며, 공급자의 사양 및 적용기준이 있는 경우 그에 따른다. 또한 과업의 특성상 추후 시운전을 고려하여 Utility 자체에 의한 순환운전이 가능하도록 가 배관(Permanent Type)을 설치, 또는 설치할 수 있도록 한다.

#### 3.3.2. 청소 방법

본 과업의 특성 및 구조상 화학세정은 어렵다. 따라서 현장 특성에 맞게 철거 및 제 설치 배관에 대하여 설치 전 상수, 압축공기, 알코올, 시수 및 순수를 이용하여 세정작업을 행하고, 신규로 설치되는 DI Water Piping은 산세작업(Chemical Cleaning)을 행한 후 입고한다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 44/116

### 3.3.3. Blow Down

- 1) 배관 증설을 완료한 후 관내의 유기고형물을 제거하기 위하여 시운전을 실시하기 전에 임시 가설배관과 에어컴프레서 또는 관 내부를 압축공기로 서 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 우회배관으로 통수되도록(적절한 위치에 drain 밸브 및 관로 설치) 하여 작업토록 한다.
- 4) Blow Down 작업에 소요되는 장비 및 기타 일체의 비용은 도급자 부담으로 한다.


### 3.3.4. Flush Down

- 1) 배관 증설을 완료한 후 관내의 유기고형물을 제거하기 위하여 시운전을 실시하기 전에 임시 가설배관과 펌프를 가설하여 관 내부를 유수로서 청소하여 배출하여야 한다.
- 2) Flush Down 작업은 최소 2회 이상 연속으로 감독원 입회하에 실시하여야 한다.
- 3) Flush Down은 깨끗한 물을 사용하여 실시하여야 하며, 냉각수를 사용하는 Piping System의 최종 Flushing 작업은 반드시 냉각수, 순수를 사용하여 실시하여야 한다.
- 4) 1차 Flush Down 작업 시에는 장비 입·출구 밸브를 잠그고 가설용 우회배관으로 유수되도록 하여야 하며, 1차 Flush Down이 완료된 후 다음 2차 작업을 시행하여야 한다.
- 5) Flush Down 작업에 소요되는 장비 및 기타 일체의 비용은 도급자 부담으로 한다.

## 3.4. 배관의 화학세정

### 3.4.1. 일반사항

- 1) 본 과업의 배관 재질은 STS 304 및 STS 316L 등의 오스테나이트(Austenite)계 스테인리스강 배관 시스템의 화학세정(Chemical Cleaning)에 대하여 적용한다. 산세의 목적은 관내에 생성된 스케일, 유분, 기타 오염물을

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 45/116

제거하여 청정한 표면을 유지하고 2차 오염을 최대한 방지하는데 있다.

2) 산세 작업은 자격을 갖춘 외부 전문 업체에서 시행 후 배관 내 약품을 완전히 제거하고 개방된 부분은 비닐 등으로 밀봉하여 현장에 반입되어야 한다.

### 3.5. SHOP DWG 작성

#### 3.5.1. 목적

본 과업의 설계 및 설치작업은 일반적인 건축물의 설비설계 및 사업과 달리 실험장치를 위한 시설로서 장치와의 인터페이스(Interface)가 복잡하여 추후 연결위치 변경의 소지가 많고 Utility의 복잡성으로 인하여 입체적인 도면화 및 최적화가 필요하다.

#### 3.5.2. 업무 범위

- 1) 부하계산이 필요하지 않고 시스템 등의 단순한 위치, 경로 등이 변경되는 경우 현장 여건을 고려한 도면화 및 정리를 한다.
- 2) 증설작업 전 타 공정에 간섭되는지 여부를 사전에 검토하여 최적화된 작업이 가능하도록 하여 증설의 품질관리가 될 수 있도록 한다.

#### 3.5.3. 기술자 등급

현장 shop drawing은 시스템 난이도에 따라 건설부분 고급기술자 또는 중급기술자가 현장에 상주하여 작성하여야 한다.

### 3.6. Piping Material Specification

#### 3.6.1. 일반사항


##### 1) 업무범위

본 시방은 IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설로(Material : STS 316L, STS 304)에 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 기술시방서의 적용에서 제외한다.

##### 3) 기기 및 장치

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 46/116

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

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

#### 4) 관련 규격

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

#### 5) 단위

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


### 3.6.2. 배관재

파이프(Pipes)는 오스테나이트계 스테인리스(Austenitic Stainless) 강관으로서 KS의 관련규정에 따른다.

### 3.6.3. 밸브(Valves)

#### 1) 일반사항

- KS밸브의 표시 통칙은 KS 해당기준에 따르며, 사용 유체 및 온도에 적합한 것으로서 유체가 접하는 부분의 재질은 배관 재와 동일한 STS 316L, STS 304를 원칙으로 한다. 또한, 유로의 차단을 위해서 사용되는 밸브는 양방향 완전 밀폐가 되어야하며, 설계도서에 따로 규정된 사항은 그에 따른다.
- 40A 이하의 단조밸브는 JPI의 관련규정에 따르고, 50A 이상의 플랜지형 밸브는 KS 또는 JIS의 관련규정에 따른다.
- 기타의 모든 밸브류는 KS 해당규격을 기준으로 하되 제조국이 국내가 아닌 경우는 관련 국제규격에 적합한 제품으로서 감독원의 승인을 득한 제품으로 한다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 47/116

- 밸브의 면간 치수

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

- 본네트(Bonnet) 개스킷

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

2) 게이트밸브

밸브 스템이 위로 올라오는 제품으로 핸드 휠, 외부 스크류, 싱글웨이 또는 디스크 형으로 하고 40A 이하는 소켓용접, 50A 이상은 플랜지형 OS & Y 밸브로 한다.


3) 글로브밸브

밸브 스템이 위로 올라오는 제품으로 핸드 휠, 외부 스크류, 디스크 형으로 하고 40A 이하는 소켓용접, 50A 이상은 플랜지형으로 한다.

4) 버터플라이밸브

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

- 기 설치된 밸브는 동작시험을 실시하고, 소손된 부분은 수리하고, 세척하여 재설치하여야 한다.
- 신규로 설치되는 밸브는 기존밸브와 동일하거나 그 이상의 제품으로 설치하여야 한다.
- 버터플라이 밸브는 50A 이상의 수 배관에 적용하며, 플랜지의 규격은 KS의 규정에 따른 10 kg/cm<sup>2</sup> 및 20 kg/cm<sup>2</sup> 제품 또는 ANSI 관련규정에 따르는 양방향 웨이퍼(Wafer)타입의 기어 작동식으로서 관련 규정에 의해 시험한 것으로 한다.
- Body 및 Disc는 사용처에 따라 SCS13A 및 EPDM 또는 SCS14 및 PTFE로서 API 또는 API 관련규정에 따른다. 단, Body의 경우 위치 및 장소에 따라 발주처의 사용승인 후에 알루미늄 재질을 사용할 수 있다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 48/116

- 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 grip이어야 한다.
- Kick open 현상 없이 Disc hold가 가능해야 한다.
- Metal Ling을 이용한 Self-aligning stem seal이 가능해야 한다.

#### 5) 자동정유량밸브

자동정유량밸브는 기 설치된 밸브를 이전 설치하드로 취급에 주의해야 한다. 또한 철거된 밸브를 점검하여 소손된 부분은 수리하고, 세척하여 재설치하여야 한다.

#### 6) 볼 밸브

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

### 3.6.4.

#### 플랜지(Flange)

##### 1) 규격

플랜지는 KS 또는 JPI 관련규격에 따라 제작된 STS 316, STS304 재질의 것으로 한다. 플랜지용 볼트 및 너트는 절연용 볼트 및 너트, 와셔를 사용한다. 이중자재의 플랜지 접합은 A플랜지 + 절연스페이서 + B플랜지를 절연 볼트 및 너트를 사용하여 연결한다.

##### 2) 플랜지 면 가공

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


##### 3) 규격 외 플랜지

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

##### 4) 플랜지의 끝단처리

부득이 welding neck 플랜지를 사용하는 경우 끝단 처리는 해당 플랜지의 규정에 따르되, 규정이 되어 있지 않을 경우에는 ANSI/ASME의 해당 항목에 따른다. welding neck 플랜지의 내경은 연결배관 또는 피팅이 내경에 따



	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 49/116

라야 하며 두께차이는 1.6 mm까지 허용된다. 연결되는 두 부품 사이의 두께 차이가 1.6 mm를 초과할 때에는 두꺼운 쪽을 ANSI/ASME의 규정에 따라 테이퍼 가공을 해야만 한다.

#### 3.6.5. 개스킷(Gasket)

본 과업에 사용되는 모든 개스킷은 KS 또는 JPI 관련규격에 따르며, 모든 개스킷은 재활용을 금하며, 신품으로 설치한다.

#### 3.6.6. 부속 류(Fittings)

##### 1) 규격

모든 배관 부속 류는 KS의 관련규격에 따라 제작한다.

##### 2) 맞대기 용접형 피팅

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

##### 3) 분지관

계장용 연결배관, 배수(Drain) 및 공기빼기(Air vent)를 포함한 모든 지관을 분지(Branch Connection)라 하며, 이것의 설계기준은 해당 배관라인의 특성, 제작자의 제조범위 또는 해당규격의 규정을 따라야 한다. 분지는 아래 항목을 제외하고는 stub-in으로 하고 필요하다면 보강하도록 한다.


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

#### 3.6.7. 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 경우 장비의 특성 및 현장 여건에 따라 배관 재질과 동종의 볼트/너트 사용을 하여야 한다.

#### 3.6.8. 스톨드 볼트


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

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 50/116

며, 철거한 볼트 중 사용에 문제가 없는 볼트는 재활용을 할 수 있다.

#### 3.6.9. 절연용 와셔(Washer)

절연용 와셔는 베크라이트(페놀수지 PF : Phenol-Formaldehyde) 재질로서 외부 와셔의 직경이 절연용 와셔보다 커야 한다. 절연용 와셔는 철거 분의 재활용을 금하며 신품으로 교체한다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 51/116

#### 4. 용접작업

##### 4.1. 일반사항

###### 4.1.1. 적용 범위


- 1) 본 시방은 IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설의 기계구조물, 관류 등의 제작, 설치에 대해 적용한다.
- 2) 사용하는 기자재 일체는 모두 KS 표준 제품을 사용하며, 부득이한 경우는 사전에 감독원의 승인을 받고 사용하여야 한다.
- 3) 본 기술시방서 이외의 기술적인 사항은 한국산업규격(KS)에 규정된 규격 및 표준에 따른다.

###### 4.1.2. 용접 재료 및 절차

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

###### 4.1.3. 공정 계획서

- 1) 용접작업 량과 설비능력을 기본으로 하여 전체 공정을 결정하며, 상세한 공정계획을 수립한다.(공정표, 인원 배치표, 가공표 작성 및 공작법을 결정할 것)
- 2) 공정표에는 완성 예정일, 재료 및 부품의 구입 시기를 표시하고, 작업 구분별 공정표를 모아서 용접 소요 공수표를 만들어 작업량의 평균화를 도모한다.
- 3) 인원 배치표는 각 구조의 블록별로 설비 능력을 고려하여 작업 기간 중의 소요인원 변동이 적게 되도록, 조립 관계자와 협의하여 결정한다.(인원 변동이 많아지면 각 작업의 기간이 길어져 능률을 저하시키게 됨으로 좋지 않다.)
- 4) 공작법은 각 구조의 설계도에 따라 상세하게 수립한다. 이를 위해 가스절단 조건, 흠 및 용접조건의 결정, 용접법의 선택, 용접순서의 결정, 변형제거 방법의 선정 및 열처리 방법 등을 결정한다.
- 5) 용접전의 재료 가공요령에 대해 재료 치수별로 절단과 흠 가공의 예정표를 작성한다.
- 6) 용접의 성공 여부는 용접전의 준비 정도에 달려있으므로, 재료, 용접봉,

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 52/116

지그, 조립, 가용접, 흠의 가공과 청소작업 등에 대한 준비를 철저히 하도록 한다.

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

## 4.2. 용접공

IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설의 용접공은 발주처에서 요구하는 기능검사에 합격하여야 한다.

### 4.2.1. 용접사 자격시험 요청

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

- 1) 용접사 자격시험 입회 요청서
- 2) Welder Qualification Test Schedule
- 3) 용접사 이력서
- 4) 용접 절차서

### 4.2.2. 용접사 자격시험

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

### 4.2.3. 용접사 자격시험 결과

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

- 용접사 기량시험 결과
- 용접사 검인증 기록서
- 방사선 투과 검사보고서

## 4.3. 용접봉


### 4.3.1. 용접봉의 기호와 종류

- 1) 표기법( EX: KS E 4316)

KS              E                00                X                △  

전극 Electrode의 약자            ↑            용접자세            피복제와 전원의 특성  
최저인장강도

용접 자세 : 1. 전 자세, 2. 수평 및 아래보기 자세, 3. 아래보기 자세, 4. 전

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 53/116

자세 또는 특정자세

## 2) 종류


각종 용접봉의 종류와 그 특성은 다음과 같다.

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 <sup>2</sup> 급 고장력강 및 내후성 고장력강용
	철분저수소계	50kg/mm <sup>2</sup> 급 고장력강 수평 filet 용접용
	저수소계	55kg/mm <sup>2</sup> 급 고장력강 용접용
		60kg/mm <sup>2</sup> 급

### 4.3.2. 용접봉의 선택

- 1) 모재의 두께에 적절한 크기의 용접봉을 선택하며 KS 제품을 사용토록 한다.
- 2) 수직 자세나 위보기 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 편심 율이 적은 것을 사용한다.
- 4) Stainless 배관 용접봉은 아래사항을 참조한다.

- Stainless 소재

	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 54/116

항 목	PIPE 소재	용 도	TIG용접봉	아크용접봉
오스테나이트계 스테인리스강관	STS 304	내식, 내열, 고온, 저 온 배관용	E308	AWS 308
냉간 압연 스테인리스강관	STS 304	열교환, 축매, 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 아크 용)

구 분	인장강도(kg/mm <sup>2</sup> )	연신율(%)
TIG	60	40
아크	55 - 65	35

- 기계적 성질

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


#### 4.3.3. 용접봉의 관리

본 과업의 티그(Gas Tungsten-아크 Welding) 용접에 관한 용접봉의 관리는 따로 규정을 마련하지 않는다.

#### 4.4. 용접기 및 용접 Cable

##### 4.4.1. 용접기 사용 시 주의사항

- 1) 용접기는 KS C 9602에 규정된 것이나 동등 이상의 성능을 가진 것을 사용해야 하며, 만일 교류전원이 없는 현장에서는 엔진구동식이나 KS C 9605에 규정된 용접기를 사용한다.
- 2) 용접기의 설치는 습기나 먼지가 많은 곳을 피하고 환기가 잘되는 곳을 택한다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 55/116

3) 2차 케이블이나 모재접속 케이블 등이 파손된 부분은 바로 절연테이프를 감는다.

4) 조정 핸들, side 부분 차륜 등은 때때로 기름칠을 한다.

5) 전원스위치를 넣기 전에 아래사항을 확인한다.

- 용접기는 바르게 접속되어 있고 케이블에 손상 부는 없는가?

- Earth선은 모재와 작업대에 정확히 연결되었는가?

- 결선부의 나사가 풀어지지 않았는가?

- 용접전류는 판 두께, 용접봉 직경에 알맞게 조정되었는가?


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

#### 4.4.2. 용접봉과 용접전류

1) 용접봉 직경과 판 두께에 따른 표준 용접 전류는 다음과 같다.

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.

	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 56/116

#### 4.4.3. 용접 방법별 정격 사용률

용접기는 접지(earth) 시켜주고 허용전류와 정격 사용률 범위 내에서 용접기에 무리가가지 않도록 주의한다. 용접 방법별 정격 사용률은 다음과 같다.

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

#### 4.4.4. 용접봉 전선과 사용전류


용접봉 전선과 사용전류의 관계는 다음과 같다.

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

#### 4.4.5. 용접 자세와 사용전류

용접자세와 사용전류의 관계는 다음과 같다.



	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 57/116


용접자세	사용전류의 종류	비 고
F,V,OH,H	AC 또는 DC	1) 용접자세의 기호 - F : FLAT (아래보기) - V : VERTICAL (수직보기) - OH : OVER HEAD (위보기) - H : HORIZONTAL (수평보기) - H-FIL : HORIZONTAL FILLET (수평필렛)
F,V,OH,H	DC (R) AC 또는 DC	
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 - 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	

#### 4.4.6.

#### 용접용 Cable

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

(단면적 mm<sup>2</sup>)

	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 58/116

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						

#### 4.4.7. 기타

1) 전류 용접봉과 홀더와의 관계는 다음을 기준으로 한다.


Holder 종 별	규 격			적용 용접봉 직경 (mm)	최대 Holder용 Cable(mm <sup>2</sup> )
	사용률 (%)	용접전류 (A)	아크전압 (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.

차광도번호	사 용 방 법
6 - 7	중정도의 GAS용접과 절단, 30A 미만의 아크용접 절단에 사용
8 - 9	고도의 GAS용접 절단, 100A 미만의 아크용접 절단에 사용
10 - 11	100A 이상 300A 미만의 아크용접 절단에 사용
13 - 14	300A 이상의 아크용접 절단에 사용

#### 4.5. 절단

##### 4.5.1. 일반사항

	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 59/116

1) 절단작업은 작업의 특성상 자동 절단기 또는 그라인딩을 할 수 있다. 이때 그라인더의 재료는 절단하고자 하는 배관 재료와 동일한 재료를 원칙으로 한다.

2) 절단효율, 절단면의 형상, 절단 정밀도가 좋도록 절단 계획을 수립한다.

#### 4.5.2. 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.

#### 4.5.3. 절단 시행

1) 절단은 치구를 갖춘 후 자동 절단기를 사용하여 정확하게 절단한다.(단, 부득이한 경우 수동으로 절단할 수 있으나 필히 그라인딩 할 것)

2) 절단 스트레인이 발생되지 않도록 적정한 절단 순서에 따라 치구를 사용하여 절단한다.

3) Angle, Channel 등의 절단은 반드시 Cutter로써 절단한다.

4) 절단으로 인한 슬래그(slag), 이바리(burr) 등은 브러시, 끌, 그라인더 등으로 완전히 제거한다.

5) 제품에 절단 Notch가 생기지 않도록 주의하며, 표면의 거칠기의 한도는 다음 기준 이하가 되도록 한다.

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


### 4.6. 개선 가공

#### 4.6.1. 일반사항

1) 개선부의 수분, 녹, 도료, 유지류 등은 Blow hole이나 갈라짐의 원인이 되므로 완전히 제거해야 한다.

2) 개선 가공에 의해서 발생하는 슬래그, 이바리(burr) 등은 브러시, 끌, 그라인더 등으로써 완전히 제거해야 한다.

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

	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 60/116

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

#### 4.6.2. 일반배관 개선형상

1) 판 두께별 홈 형상은 다음을 표준으로 한다.

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 용접시간이 적어지지만, root의 용입이 불량하게 되므로 적정 간격을 유지토록 한다.

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

#### 4.6.3. Stainless 배관


구 분		TIG		MIG
가 공	1) V 형 가공이음			
	Bevel 각	B	50 - 60°	40 - 45°
	Root 면 높이	S	0 - 2mm	1.5 - 3mm
	Root 간격	R	3 - 5mm	3mm
	2) X 형 가공			
	Bevel 각	B	80 - 90°	60 - 70°
이 음	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		
이 음	3) Bead 폭 직선도	Bead 폭 벗어남 5mm 이내		
	4) Back chipping	⊙ chipping 여부		

#### 4.7. 조립 및 가용접

##### 4.7.1. 조립

1) 조립순서는 용접순서, 용접작업의 특성을 고려하여 계획하고, 용접불능 개소가 없도록 하며, 또한 불필요한 변형 또는 잔류응력이 남지 않도록 미리 검토하여 결정 한다

2) 수축이 큰 맞대기 이음을 먼저 조립하고, Fillet 용접을 다음에 시행한다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 61/116

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.

#### 4.7.2.

##### 가용접

1) 가용접은 본 용접 전에 좌우의 홈 부분을 잠정적으로 고정하기 위한 짧은 용접이나 터짐, 기공, 슬래그 섞임 등의 결함을 수반하기 쉬우므로 원칙적으로 본 용접을 하는 홈 내에 시행하는 것은 좋지 않다.(만약, 부득이한 경우에는 본 용접 전에 깎아 낼 것)

2) 가 용접의 제거는 원칙적으로 초층의 반대편을 적당한 시기에 시행한다.

3) 가 용접은 필히 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 가 용접의 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 용접을 행하는 중간부분 또는 단속 용접부의 중간으로 취한다.

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

#### 4.8.

##### 용접 준비

##### 4.8.1.

##### 홈의(Groove) 확인, 보수


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

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

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

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

3) 이음면의 개선 형상이 불충분하거나 간격이 너무 커서 용접봉이나 쇠붙

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 62/116

이를 끼우고 용접을 하면, 반드시 결함이 생겨 이음 강도가 부족하게 되므로 이런 방법은 절대로 사용하지 않도록 한다.

4) 이음면의 간격이 너무 벌어진 경우에는 다음과 같이 보수한다.

- 맞대기 용접

- 편측 또는 양측에 덧붙임 용접을 하여 깎아낸 후 정규의 홈으로 만든 다음 용접한다.
- 판 두께 6 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 다리길이(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.


#### 4.8.2. 홈의 청소

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

### 4.9. 용접시행(본 용접)

#### 4.9.1. 용착법

- 1) 용착법은 용접에 수반하는 변형과 수축 및 잔류응력의 경감, 공수의 저감, 모재의 재질 및 용접방법에 따라 적당히 선택한다.
- 2) 용접장이 길어지면 중단으로 향하여 수축과 잔류응력이 커짐으로, 전진법을 쓰지 말고 후퇴법, 대칭법, Skip 법을 사용토록 한다.
- 3) 잔류응력을 특히 적게 해야 할 개소에는 후퇴법을 사용한다.
- 4) 변형의 비대칭을 피해야 할 개소에는 대칭법을 사용한다.
- 5) 다층 용접시에는 Build up 법에 의해 비드를 붙이는 것이 보통이나 특히

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 63/116

변형 및 잔류응력을 적게 해야 하는 개소에는 Cascade법 또는 Block법으로 시행한다.

#### 4.9.2. 용접순서

1) 용접순서는 제품의 조립이 용이하도록 선정하며 다음에 따른다.

- 수축이 자유롭게 일어나도록 하기 위하여 중앙에서 사방으로 미치게 한다.
- 수축량이 가장 크게 될 가능성이 있는 이음을 먼저 용접하고, 수축량이 적은 것을 나중에 한다.
- 좌우는 될 수 있는 대로 동시에 대칭으로 용접한다.

2) 밑면 따내기 및 뒷면 용접

- 맞대기 이음의 제1층 제는 용입불량 등의 결함이 생기기 쉬우므로 제2층 이후가 완료된 다음 밑면 따내기에 의해 제거하여 뒷면 용접을 한다.(단, 박판인 경우는 따내지 않고 뒷면용접 가능)
- 밑면 따내기는 일반적으로 Gouging을 하여 시행할 것이나 특히 변형이나 모재에 손상을 주어서는 안 되는 경우에는 셰이퍼 등에 의한 기계적 방법으로 행한다.

#### 4.9.3. 용접 적정전류


1) 용접전류는 용접자세, 홈 형상, 모재의 종류에 따라 사용한다.

- 아래보기 자세 : 강전류
- 위보기 자세 : 아래보기의 10~20% 감소 전류
- 수직 자세 : 아래보기의 20~30% 감소 전류

2) 과다 전류는 언더 컷, 기공, 슬래그 섞임의 발생이 쉽고 표면의 파형이 거칠게 되며, 용접봉 홀더 부근의 피복이 녹아 떨어져서 사용할 수 없게 되거나, Crater 결함이 생기기 쉬우므로 반드시 적정 전류를 선택한다.

3) 과소 전류는 용입불량으로 인한 Overlap의 발생 원인이 되고, 슬래그 섞임이 생겨 강도가 불완전해지므로 적정 전류를 선택한다. (단, 상기 결함이 생기지 않는 범위 내에서 용접 입열을 크게 하는 것이 좋으므로 고전류 고속 용접을 하는 것이 좋다.)

4) 아크 길이는 짧게 하고 아크 전압을 너무 낮게 하면 단전하기 쉽고, 아크를 무리하게 길게 하고 전압을 높이면 아크가 불안정하게 되어, 용융금속의 산화나 질화가 일어나기 쉽고, Spattering이 심하게 되어 좋지 않으므로 아

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 64/116

크 길이는 심선 직경에 대략 같을 정도로 하며, 아크 전압은 다음의 표에 따른다.

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	옆보기, 위보기 자세로 용접시에는 하한에 가까운 전류, 전압치를 사용한다.									

※ 연강용 피복 아크 용접봉의 적정전류 및 전압

5) 용접속도는 흠의 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 연강 판을 아크 수동용접 시에는 다음을 표준으로 한다.


- 맞대기 이음(I 형 Grove 용접) : 맞대기 표준용접 기준

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 양면용접의 경우를 표시한다.

- T 이음(Fillet 용접) : T 이음 표준용접 조건



	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 65/116

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 표준용접 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 표준용접 조건

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 표준용접 조건

	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 66/116

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

- 끝이음 : 끝이음 표준용접 조건


판두께 (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 표준용접 조건

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

#### 4.9.4. Stainless 용접사업의 적정전류 및 분위기 Gas 량

1) TIG 용접(V형 맞대기 용접)

	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 67/116

소재두께 (mm)	PASS	용접봉경 ( $\varnothing$ )	전 류 (A)	전 압 (V)	분위기 Gas 유량( $\ell$ /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) 아크 용접 적정전류

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

3) 기타 용접이음의 작업표준 및 용접조건에 대해서는 “4.1.1”항의 적용범위에 따른다.

## 4.9.5. 용접시 주의사항

- 1) 용접에 앞서 용접순서, 운봉법, JIG사용, 예열, 후열 등 변형방지 대책을 수립한다.
- 2) 형상이 복잡하고 다듬질 정도가 높고 또 같은 형의 제품으로 수량이 많은 것 등은 조립용 치구 또는 변형 방지용 보조 재료를 사용토록 하며 이때 치구의 정밀도를 확실히 하도록 한다.
- 3) 용접의 시작점과 끝나는 점은 용입이 불충분하여 갈라지거나 blow hole 이 발생하기 쉬우므로 아래와 같이한다.
  - 용접선의 양단에 end tap을 붙여 결합부를 판 밖으로 이동시킨다.
  - 아크를 다시 발생시킬 때는 아크를 끝부분 조금 앞에서 발생시켜 끝 부분을 완전히 보수한 후 전진을 시작한다.
  - 용접을 완료한 후에는 끝부분의 패인 곳을 완전히 제거하고 아크를 자른다.

	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 68/116

- 4) Start시의 아크 발생 때문에 불필요한 곳에 아크를 일으켜 모재에 손상을 주는 일이 없도록 한다.
- 5) 용접을 이어가는 부분은 결함이 생기기 쉬우므로 특히 주의하여 슬래그를 청소하여 용입이 잘되도록 한다.
- 6) 다층으로 용접할 경우 각층마다 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 용접토록 한다.
- 8) 용접자세는 부득이한 경우를 제외하곤 언더컷이나 용입불량이 없도록 하향 용접한다.
- 9) 가능한 수동용접을 줄이고 반자동 또는 자동 용접을 하도록 한다.
- 10) 기온이  $-5^{\circ}\text{C}$  이하의 한랭 시에는 용접작업에 앞서 반드시 이음부에 가스를 사용하여  $30\sim 37^{\circ}\text{C}$ 로 예열하여야 한다.
- 11) 용접선이 교차하는 곳에는 scallop을 붙여(부채꼴 오목 부) 가능한 용접 열의 영향 부를 멀리하도록 한다.
- 12) 도면에 지시되지 않은 scallop은 다음의 기준에 따른다.


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

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

#### 4.9.6.

##### 기타

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

	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 69/116


과 같다.

- 용접 비드 외관의 판정기준

결함항목	결함의 한도	채점법	1m 당 허용결함 점수			
			1급	2급	3급	4급
비드의 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
언더컷	< 0.2 mm	10mm 로 1점	0	1	3	10
겹침	< 0.5 mm	10mm 로 1점	0	0	2	6

- 불량 항목의 판정과 관리방법

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

	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 70/116

#### 4.10. 예열 및 후열


##### 4.10.1. 일반사항

- 1) 기온이 0℃ 이하에서 용접하는 경우에는 개선부로부터 양측 100 mm 범위(계 200 mm)를 40~70℃로 예열하여 수분의 침투로 인한 발생을 방지토록 한다.
- 2) 특별히 용접후의 수축량 감소 및 구속응력을 경감시킬 필요가 있는 개소에는 용접부를 중심으로 양측으로 6T(계 12T)이상의 범위로 예열토록 한다.
- 3) 예열 방법은 가스버너로 가열하며, Thermostat 등의 테스터로써 필히 온도를 체크, 유지시키도록 한다.
- 4) 용접 후 잔류응력 제거를 위해 열처리를 실시한다.(단, 사양에 명시되어 있지 않으면 하지 않아도 좋다.)

##### 4.10.2. 고장력강 예열

- 1) 고장력강이라 함은 인장강도 50 kg/mm<sup>2</sup> 이상을 말한다.
- 2) 잔류응력 제거가 필요한 경우를 제외하고는 예열은 다음의 표준에 따른다.

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

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 71/116

3) 강재의 가열시간은 판 두께 25 mm 당 1~2 시간으로 한다.

4) 일반 연강의 냉각속도는 아래의 식에 따른다.

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

5) 고장력강의 소둔 온도는 575℃ 이하로 30분간 유지한다.

#### 4.11. 용접검사 및 결함의 보수

##### 4.11.1. 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 필히 실시한다.

2) 용접 후 제품이 요구대로 완성되었는지를 검사하는 수입검사(Acceptance Inspection)는 기술사양서에 명기되어 있거나 감독원이 필요하다고 인정하는 경우 작업자는 파괴검사 및 비파괴검사를 실시하여 성적표를 감독원에게 제출하여야 한다.

3) 기타 검사에 대한 것은 KS 기준에 따른다.

##### 4.11.2. 용접 전 작업검사

1) 용접봉, 모재, 용접 작업법 및 용접공에 대해서는 필히 검사를 실시한다.

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


3) 용접봉은 외관과 치수 및 용착 금속의 성분과 제 성질, 모재와 조합한 이음의 제 성질, 작업성 등을 조사한다.

4) 모재는 화학성분, 기계적 성질, 물리적 화학적 성질 및 각종 결함(개재물, 라미네이션, 표면의 요철, 평활도, 표면의 흠, 기타)의 유무를 조사한다.

5) 용접준비로서, 흠의 각도, root간격, 이음면의 표면상황(산화막, 녹, 도료, 유지, grease, 먼지, 기타의 유무)이음의 맞춤, 가용접 상태, 받침쇠의 상황을 조사한다.

6) 기타 지그, 역변형, 고정상황 등 조립에 관하여 검사한다.

7) 모재와 용접봉이 결정되면 본 용접에 사용되는 흠의 형상, 용접조건, 예열 및 후 열처리의 적부를 조사하기 위해 반드시 용접작업 법 시험(Welding Procedure Test, 즉 용접물과 동일한 모재, 용접봉 및 용접시공 방법을 사용하여 별개의 이음 시험편을 만들어서 외관검사와 방사선 투과검사 또는 기

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 72/116

타 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 의하여 합격자만 용접에 임하게 한다.

#### 4.11.3. 용접 중 작업검사

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

#### 4.11.4. 용접 후 작업검사

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


#### 4.11.5. 수입검사

- 1) 수입검사는 일반적으로 육안검사만을 행하나 감독원이 필요하다고 요구하는 경우 파괴검사 또는 비파괴검사를 실시할 수 있으며 그 시험성적서를 제출해야 한다.
- 2) 수입검사는 전반검사(전용접에 대한 것)와 발췌검사(결함이 발생하기 쉬운 곳을 골라서 하는 것)로 구별한다.
- 3) 검사결과 수입(Acceptance)의 가부를 판단하며, 수입 불능시는 보수용접을 한다. 보수 후에는 재검사를 하여 완전하다는 것을 확인해야 한다.

#### 4.11.6. 시력검사 대상

시력검사는 검사관의 육안이나 렌즈로 직접 조사하며, 하기와 같은 사항들이



	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 73/116

발견된다면 즉시 그 결함에 대해 보수를 한다.

1) 치수상의 결함

- 변형
- 치수 불량
- 형상 불량

2) 구조상의 결함

- 기공
- Under cut
- 용접 표면의 crack
- Overlap

4.11.7. 파괴, 비파괴 시험대상

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

1) 구조상의 결함

- 불순물 용입
- 용입 불량
- 융합 불량
- 기공
- Under cut
- Crack

2) 성질상의 결함


- 기계적 성질(항복점, 인장강도, 연성, 경도, 충격치, 피로강도 등)
- 물리적 성질(열, 전자기적 성질)
- 화학적 성질(화학적 성분, 내식성 등)

4.11.8. 결함의 보수

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

2) 슬래그 침투나 blow hole 등은 충분히 제거한 후 재 용접한다.

3) Crack은 완전히 그 부분을 제거하고 개선 가공을 다시 한 다음 재 용접한다. 필요에 따라 stop hole을 가공하거나 인접 용접부의 일부를 절단하는

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 74/116

등의 처리를 해야 한다.

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

5) Overlap은 그 부분을 불어내고 재 용접한다.

## 4.12. 위생 및 안전

### 4.12.1. 일반사항

1) 용접 작업 시 감전충격, 화상, 유해광선, 가스중독, 화재, 폭발, 방사선 등에 의한 재해가 자주 발생하므로 안전 위생규칙, 취급요령 등 관계 법규에 준하여 안전한 작업을 수행해야 한다.

2) 전기충격에 의해 가사상태에 있는 사람을 발견했을 때의 처치 요령은 다음과 같이 한다.

- 전기 스위치를 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.(흉분하여 날 때는 진정시키며 머리를 식혀주거나 차가운 것을 먹인다.)

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

### 4.12.2. 전기충격 방지

1) 용접 작업시에는 용접기의 2차 측에서 한쪽이 접지 되어 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.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 75/116


- 무부하 전압이 필요(90V) 이상으로 높은 용접기를 사용하지 않도록 한다.
- 감전방지 제어회로가 있는 자동 전기충격 방지장치를 사용해야 한다.
- 안전 홀더 및 안전한 보호구를 사용한다.(특히 홀더의 손잡이 부분은 잘 건조되고 적절히 절연된 것을 사용해야 한다. : 용접기에 의한 사고의 95%)
- 신체를 노출시키지 말고, 장갑, 다리 커버 등의 장비를 갖춘다.
- 전격의 위험이 많은 장소에서는 용접봉의 교환 시 옆어두고 조작할 수 있는 개폐기를 설치하거나, 램프의 점멸 등 기타의 방법으로 감시인에게 송신하여 때마다 스위치를 끊게 하는 장치를 설치해야 한다.
- 작업 완료시 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.

#### 4.12.3. 아크 빛에 의한 재해방지

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

#### 4.12.4. 가스중독에 의한 재해방지

- 1) 용접 작업 시 가스에 의한 중독은 다음과 같다.
  - 아연도금강관 또는 강관을 용접할 때 발생하는 산화아연가스에 의한 독.
  - 아크 용접의 분위기에서 탄산가스 및 유독한 일산화탄소의 발생에 의한 가스 중독.
  - 용접봉 중 슬래그의 유동성을 좋게 하기 위해 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.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 76/116

#### 4.12.5. 화재 및 폭발에 의한 재해방지


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

#### 4.12.6. 기타

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

#### 4.12.7. 용접기 사용할 때 주의사항

- 1) 용접기 설치는 습기, 먼지가 많은 곳을 피하고 환기가 잘되는 곳을 선택한다.
- 2) 2차 케이블, 모재접속 케이블 등이 파손된 부분은 필히 절연 테이프로 감는다.
- 3) 조정 handle side 부분, 차륜 등은 때때로 기름칠을 한다.
- 4) 전원 스위치를 넣기 전에 다음과 같은 사항들을 필히 확인한다.
  - 용접기는 바르게 접속되어 있는가?
  - Earth 선은 모재와 작업대에 정확히 연결되었는가?
  - 결선부의 나사가 풀어져있지 않은가?
  - 케이블에 손상된 부위는 없는가?
  - 용접전류는 판의 두께와 용접봉의 직경에 알맞게 조정되어 있는가?
- 5) 용접을 중단하고 설 경우, 전극 홀더에 전압이 걸려있지 않도록 전압제거 장치를 용접 전원에 삽입하고, 전극 holder 전선의 접속기 clamp 등 용접용구의 선정을 적절히 한다.
- 6) 용접기는 어스를 시켜주고, 허용전류와 정격사용 범위 내에서 용접기에

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 77/116

우리가 가지 않도록 한다.

7) 용접기에는 제3자가 알 수 있도록 “송전중” 또는 “정지중” 이란 표지판을 붙인다.

#### 4.12.8.

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 m정도로 하며, 100 m 이상이 되지 않도록 한다.(즉, 1차 측 케이블을 연장하여 용접기와 작업 장소간의 거리를 단축시킨다.)

3) 어스(earth) 선을 불완전하게 하면 정류의 전류가 흐르지 않고 아크가 불안전하게 되며 전력의 손실을 가져오게 되므로 어스선을 안정시킨다.

4) 어스선은 반드시 규격의 정품 선을 사용한다.(철판, Angle 등의 사용금지)


5) 길이가 긴 부재를 용접할 때 부재 한쪽 끝에만 어스를 하면 전류의 부족 현상을 일으키게 되므로 부재의 양끝단과 중앙 등 3개소에 어스선을 설치한다.

6) 케이블의 피복이 열이나 화학약품 등에 의해 손상 받을 위험이 있는 장소에서는 용접작업 착수 이전에 대책을 적절히 강구해야 한다.

7) 용접 케이블, 용접기, 용접봉을 사람이 다니는 통로에 위치하지 않도록 한다.

8) 2차 측 어스선은 절연성 및 전류용량이 충분한 것을 사용하고, 터미널을 되도록 용접부에 가까운 곳에 확실히 고정시킨다.

9) 어스선을 도중에 이어야 할 필요가 있을 때는 가능한 강하게 이음을 하되 전기저항부가 되지 않도록 결합해야 하며, 절연테이프 등으로 필히 절연시켜야 한다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 78/116

## 5. 도장작업

### 5.1. 일반사항

#### 5.1.1. 적용범위


- 1) 본 시방은 IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설 의 도장 및 표면처리작업에 대하여 적용한다.
- 2) 도장작업을 시행하는 공장, Shop, 기타 도장을 시행하는 작업장에서 표면처리 및 하도도장이 안된 내장과 외장, 강 구조물, 철제 물 등에 대한 도장 및 표면처리에 적용된다.
- 3) 현장에서 저장, 설치, 작업 중에 발생한 흠집이나 손상된 부분에 대해서도 현장 보수도장 및 표면처리를 포함한다.
- 4) 발주자의 요청이 있거나, 설계상 혹은 기타 명기가 되지 않은 경우 노출된 모든 외장 및 내장에 대하여 표면처리 및 도장을 실시해야 한다.
- 5) 구체적으로 언급이 없는 Item에 대해서는 기기에 적용된 도장과 유사한 도료나 표면처리 방법으로 도장을 시행한다. 만약 색상이나 표면처리 방법이 설계되어 있지 않을 경우 발주자의 표준 색상이나 표준 표면처리 방법 중에서 선정하여 도장한다.
- 6) 구체적인 지시가 없는 한 모든 Black Steel 및 Support, 기타 노출된 기기 부품들에 대한 도장 및 표면처리에 적용한다.

#### 5.1.2. 관련 작업

- 1) 제작자에 의하여 제작공장이거나, shop에서 하도도장이나 표면처리가 이루어질 수 있다.
- 2) 도급자는 본 기술시방서에서 중복되거나 빠지는 것을 방지하기 위하여 타 공정에서 실시되는 하도도장 및 표면처리에 대해서도 세심하게 조사하여 실시해야한다.
- 3) 도급자는 본 기술시방서에 계획되거나 규정된 모든 도장 및 표면처리에 대한 책임이 있다.
- 4) 도장 색상에 대해서는 감독원의 승인을 득하여야 한다.

#### 5.1.3. 도장하지 않는 범위

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

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 79/116

혹은 기타의 양각된 부분, 기계의 축 및 공동구 등과 피복되었거나 접근이 불가능한 곳은 도장을 하지 않아도 좋다.

2) 양극 산화 처리된 금속표면이나 알루미늄, 스테인리스강, 동, 황동, 청동 및 크롬 도금된 플레이트, 플랜지 면 등은 도장하지 않는다.

#### 5.1.4. 관련 규격

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

#### 5.1.5. 품질보증

1) 도장 및 표면처리의 모든 작업은 표준 기술시방서에 부합되게 수행해야 한다.

2) 작업자의 품질 보증서 : 도장 및 표면처리 작업의 품질 보증서를 작업 시작 전에 감독원에게 제출하고 승인 받아야 한다.

3) 도장 전 협의 : 도장을 시작하기 전에 현장에서 발주자와 협의하여 작업 절차 및 작업자의 감독, 승인된 작업자와 자재 공급업자를 포함한 다른 작업 담당자와 조정사항을 검토하여야 한다.

#### 5.1.6. 운반, 저장 및 취급

1) 도장재료의 현장에 운반, 저장, 보호 및 취급은 안전관리규칙에 따라 실시하여야 한다.

2) 도장재료의 현장반입은 밀봉된 상태로 인식표가 붙은 컨테이너를 이용하며, 반입검사를 받고 현장에 반입한다.

3) 컨테이너에 부착된 인식표에는 제조회사명, 페인트종류, 상표, 할당번호, 상품코드(brand code), 표면준비 방법, 건조시간, 세척 요구사항, 색상조합, 혼합 및 희석에 대한 지침 등이 기술되어야 한다.


4) 도장재료의 보관은 환기가 잘되고, 주변온도가 최소 7℃ 이상, 최대 32℃ 이하의 장소에 보관하여야 하며, 그 외에는 작업 절차서에 따른다.

#### 5.1.7. 환경 요구사항

1) 작업 대상표면 및 주변의 온도가 도장재료 제조업자의 지침 온도 범위를 넘어설 경우 작업을 중지해야 한다.

2) 눈비가 올 경우 또는 도장재료 제조업자의 지침 습도 범위를 넘어설 경우 외부 도장작업은 중지해야 한다.

3) 라텍스(Latex) 페인트의 작업가능 최소 온도 : 내부 7℃, 외부 10℃

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 80/116

4) 바니쉬(Varnish) 마감 작업을 위한 최소 온도 : 내·외부 공히 18℃

5) 바탕재 표면의 중간 높이에서 측정했을 경우 조도는 860 LUX를 유지해야 한다.

#### 5.1.8. 보 호

1) 화재의 위험성이 있는 잉여 도료, 신나가 적셔진 걸레, 쓰레기 또는 기타 오염 물질을 철제 용기에 화재 피해가 없도록 항시 주의하여 저장해 두었다가 사업 완료시 현장 밖으로 제거해야 한다.

2) 도장작업 및 마감작업이 진행되는 동안 다른 작업부위에 손상, 표식 피해가 가지 않도록 덮개 등으로 보호하여야 한다. 손상된 부위는 즉시 보수하여야 한다.

3) 작업원의 잘못이나 부주의 또는 불량자재에 의한 하자부위는 발주자의 지시에 따라 보수해야 한다.

### 5.2. 도장 재료

#### 5.2.1. 표준 재질

본 기술시방서에 규정되어 있는 표준사양에 적합한 국산 재질을 사용하여야 한다. 만약 국산 재질이 표준사양에 적합하지 않을 때에는 이와 동등한 외국산 재질을 사용하도록 한다.

#### 5.2.2. 재질의 일반적 요구사항

1) 별도의 지시가 없는 한 KS 규격품 제조업체의 정품을 제공한다.

2) 제품형태가 본 기술시방서에 규정되어 있더라도 휘발성 유기합성체의 사용을 통제하는 국내법규에 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, 마감도장 재질 혹은 관련된 재질들은 제조업자의 검사 및 현장 경험에 따른 적합한 도장 재질이 제공되어야 하고 도장작업 환경에 적합하여야 한다.

5) 제작사 제품의 내용이 명기되지 않은 도장제품은 사용할 수 없다.

#### 5.2.3. 철 구조물의 부식방지 프라이머

KS 관련규정에 적합한 부식방지 프라이머는 아래의 사항에 따른다.



	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 중설	발행일자: '23.02.15 페이지: 81/116

- 1) Solid의 체적비 : 75%  $\pm$ 2%
- 2) Liter 당 이론면적범위(혼합상태) : 25 micron에서 30 m<sup>2</sup>/ℓ
- 3) 색상 : 오렌지
- 4) 광택 : 반광택(semi-gloss)

#### 5.2.4. 프라이머

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

- 1) Solid의 체적비 : 63%  $\pm$ 2%
- 2) 건조피막에서 총 아연량비 : 85%  $\pm$ 2%
- 3) 휘발성 유기용제량(회색시킴지 않은 상태) : MAX. 480 g/ℓ
- 4) 적용온도 : MAX. 45℃, MIN. 3℃
- 5) 온도저항(Non-immersion) : 400℃ Continuous, 540℃ Non-continuous
- 6) Liter 당 이론면적 범위(혼합상태) : 75 micron에서 8.4 m<sup>2</sup>/ℓ
- 7) 저장수명 (24℃에서) : 기본 - 12개월, 아연도금 - 24개월
- 8) 색상 : 회색
- 9) 광택 : 무광


#### 5.2.5. 중도(Intermediate Coat)

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

- 1) Solid의 체적비 : 65%  $\pm$ 2%
- 2) 휘발성 유기용제량(회색시킴지 않은 상태) : MAX - 373 g/ℓ
- 3) 적용온도 : MAX. 45℃, MIN. 5℃
- 4) Liter 당 이론면적 범위(혼합상태) : 125 micron에서 5.2 m<sup>2</sup>/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)

#### 5.2.6. 마감도장

Multi-component, 아크릴 폴리우레탄 페인트는 아래의 사항에 따른다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 82/116

- 1) Solid의 체적비 : 52%  $\pm$  2%
- 2) 휘발성 유기용제량(희석시키지 않은 상태) : MAX. 466 g/ℓ
- 3) 적용온도 : MAX. 40℃, MIN. 3℃
- 4) Liter 당 이론면적 범위(혼합상태) : 50 micron에서 10 m<sup>2</sup>/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 : 초광택(high-gloss)

#### 5.2.7. 현장 Touch-up 페인트

변형된 알루미늄 에폭시 마스틱과 표면 내구력이 높은 에폭시 페인트는 아래의 사항에 따른다.


- 1) Solid의 체적비 : 80%  $\pm$ 2%
- 2) 휘발성 유기용제량(희석시키지 않은 상태) : MAX. 210 g/ℓ
- 3) 적용온도 : MAX. 45℃, MIN. 3℃
- 4) Liter 당 이론면적 범위(혼합상태) : 125 micron에서 6.4 m<sup>2</sup>/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

#### 5.2.8. 기타 도장재료

본 기술시방서에 마감 재질이 구체적으로 명기되어 있지 않더라도 도장작업에 필요한 모든 Putty, Filler, Sealers, Primers, Under-coats, 마감재 등을 제공하여야 하고 도장사업을 완벽히 수행해야 한다. 본 기술시방서에 기타 도장재료가 규정되어 있지 않다면 도장사업 시작 전에 감독원의 승인을 득해야 한다.

#### 5.2.9. 색상

색상은 감독원이 제시하는 색상을 사용해야 한다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 83/116

#### 5.2.10. 사용 장비

도장사업 및 부분도장 사업에 사용되는 장비는 페인트 제조사가 권하는 장비를 제공하여야 하고 사용하여야 한다.

### 5.3. 도장 작업

#### 5.3.1. 준비작업

##### 1) 인접된 작업부위의 보호

- 도장작업을 하는 동안 페인트가 Overlap, Over spray, Spillage 되는 것로부터 인접된 부위를 보호하고 도장작업에 필요 없는 것들은 제거해야 한다.

- 도장작업이 완료된 뒤 제거된 부분의 재설치 : 도장작업이 완료된 후 잠시 떼어놓았던 모든 것에 대한 재설치 작업은 숙련된 작업자로 하여금 수행되어야 한다.

##### 2) 도장작업 준비

다음과 같이 shop에서 마감되어지지 않은 도장작업 대상물들을 준비한다.

##### - 일반사항

- 도장작업이 되어야 할 대상물이 하도도장이나 마감도장을 하기 전에 기름자국이나 페인트 껍질이 벗겨졌거나 완벽히 도장이 안 된 부위와 다른 이물질이 있는 것들은 모두 제거한 후 깨끗한 상태로 하여야 한다.

- 부적합한 프라이머가 도장되었을 경우 제거하고 재 하도도장을 하여야 한다. 부적합한 도장으로 인하여 재도장이 될 경우 감독원에게 재도장에 대한 비용을 청구할 수 없다.


- 표면처리 과정에서 발생하는 먼지나 오염물질 등이 새로 도장되는 부분에(마르지 않아 축축한 곳) 떨어지지 않게 주의해야 한다.

##### - 강재의 shop 준비사항

제작사의 마감 도장시 제작사가 권유한 사항에 따라 shop 준비가 되었는지 확인하여야 하며 현장에서 추가공급 및 조치해야 할 사항들이 발주자의 추가 비용 발생 없이 현장작업을 수행해야 한다.

##### - 강재의 현장 준비사항

- 페인트 제작사가 추천한 솔벤트 세정제를 사용해서 표면을 세척하여야 한다. 핸드스크래퍼, 철술, 파워스크래퍼, 샌드블라스트를 이용하여 금

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 84/116

속문, 철골 및 기타 철제품들의 모든 곳의 녹이나 먼지를 제거해야 한다.

- 도장하기에 앞서 샌드블라스트나 산세척을 이용해 표면처리를 해야 한다.
- 잘못된 도장부분은 깨끗하게 제거하고 정상적인 도장작업을 하기 전에 부분적으로 현장 보수도장을 실시하여야 한다. 또한 보수도장을 실시하는 프라이어의 재질이 적합한 것인지 확인하여야 한다.

- 아연 도금철

- 도장이 된 표면에서 오염물과 기름때 등을 깨끗이 제거한 후 제작사가 규정한 솔벤트 등을 이용하여 깨끗이 세척한다.
- 아연도금 코팅부의 손상이 없도록 주의해서 핸드브러시 또는 파워브러시로 녹 등을 제거한다.
- 아연도금 코팅부의 손상이 없도록 주의해서 기계적 방법으로 아연도금시 사용되었던 보조용구 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 있도록 하기 위해 컨테이너를 사용하여야 한다.
- 저장 : 페인트를 사용하지 않을 때에는 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 제거하기 위해 필요하다면 페인트를 걸러서 사용하도록 한다.
- 희석 : 제작사가 권유한 희석제와 수량만큼만 사용해야 한다.

5.3.2.

도장 Schedule

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

	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 85/116

### 5.3.3.


#### 도장 작업

##### 1) 일반사항

- 도장할 대상물에 대한 검사나 환경은 본 기술시방서에 따라 수행되어야 한다.
- 도장작업 수행에 미비한 사항이 발견될 때에는 즉각 중지하고 미비한 사항이 완전히 수정 및 보완되기 전에는 작업을 진행하지 말아야 한다.
- 미비한 사항이 완전히 수정 보완이 되었을 경우는 감독원의 승인을 득한 후 작업을 재개하여야 한다.
- 도장피막 형성에 지장을 주는 더러운 먼지, 녹, 윤활유, 습기 및 거친 표면 등이 있을 경우에는 도장을 하지 않아야 한다.
- Shop에서 시행된 도장부위가 손상되었거나 벗겨진 부분의 보호를 위해 현장 보수도장을 실시하여야 한다.
- 상대 습도가 85% 이상인 기후조건에서는 샌드블라스팅 작업을 금한다.
- 샌드블라스팅은 규정된 도장사양에 의하여 기준정도에 적합하게 실시되어야 하며, 샌드블라스팅이 완료된 후 최대 3시간 이내에 도장작업이 완료되어야 한다.

##### 2) 도장 시작

- 도장작업 및 표면처리 작업을 시작하기 전에 성공적인 도장을 위하여 감독원에게 작업내용을 통보하여야 한다.
- 도장 스케줄에 나타나 있는 도장의 회수는 shop에서의 도장과 공장에서의 도장을 포함하며 최소한으로 하여야한다. 부분적으로 미완성된 곳이 있다면 추가로 보수도장을 해야 한다.
- 피막두께와 도장의 횟수는 적용방법에 상관없이 동일하다. 제작사의 요구사항처럼 전단계의 도장이 완전히 건조되기 전까지는 후속 도장을 하지 말아야 한다.
- 마감도장이 완료되었을 때에 전단계의 도장 표면이 보이면 전단계의 도장 표면이 보이지 않도록 추가 도장작업을 해야 한다. 평평한 부분의 표면은 건조된 피막두께가 같게 도장하여야 하고 특히 모서리, 곡관부, 용접부위 등에는 두께가 같도록 주의해야 한다.
- 도장절차
  - 페인트 제작자의 요구사항에 맞는 도장시스템을 적용한다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 86/116

- 별도 명기가 없는 한, 모든 철제품에 대한 표면에 대해서는 관련규정에 준한다.
- 페인트 스케줄에 규정되어 있는 것과 같이 혼합 및 하도, 중도, 상도의 최소 피막두께를 적용한다.
- 각각의 도장 두께는 페인트 스케줄에서 확인하고 도장을 하여야 한다.

### 3) 부식 방지 프라이머

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

### 4) 건 조

- 페인트 제작자가 요구하는 사항처럼 도장의 건조시간은 충분히 주어야 한다.
- 날씨상태와 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 기술시방서의 도장 스케줄에 규정된 최소 건조 피막두께에 맞게 도장 사업을 해야 한다. 표면온도가 응축이 예상되는 시점에는 도장을 하지 않는다.
- 현장에서 용접되어야 할 부위의 50 mm 이내에는 shop에서 도장을 생략하고 용접작업이 끝난 후에 도장을 하도록 한다.
- Shop에서 도장되지 않은 모든 면들은 shop에서 blast 되어져야 한다.
- 설치 후에 현장에서 연결되는 노출부위와 도장이 안 된 부위 및 shop에서 도장한 것이 손상된 부위는 청소를 하고 동일한 마감 페인트로 도장을 해야 한다.

#### 5.3.4. 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 관련규정에 따라 검사를 수행하여야 하고 아래의 특성에 대한 검사를 해야 한다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 87/116

- 점착성
- 건조를 촉진시키기 위한 염분 분무에 의한 저항 값
- 건조 시간

3) 만약 검사 결과가 기술시방서에 적합하지 않은 재질을 사용했다면, 계약자는 도장작업을 즉시 중지하고 부적합한 페인트로 도장된 부분도 깨끗이 제거하여야 하며, 기술시방서에 규정된 적합한 페인트로 재도장을 하여야 한다.

#### 5.3.5. 청 소

- 1) 매일 작업 종료 시에는 빈 통, 형궤 조각, 쓰레기 및 다른 폐기된 페인트 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.


#### 5.4. 도장검사

- 5.4.1. 샌드블라스팅은 기준 정도에 적합하게 실시 후 외관 검사가 이루어져야 한다.
- 5.4.2. 도장 표면은 먼지, 모래 등 기타 이물질이 없이 미려하게 되어야 한다.
- 5.4.3. 도장 두께는 페인트 스케줄 내용을 확인하고 마그네틱 게이지로 건조피막 두께를 측정한다.
- 5.4.4. 도막 두께는 건조 도막두께 측정기에 의하여 규정된 도막두께로 도장되었는지 확인하며 측정기는 사용 전 반드시 표준 시편에 의거 검 · 교정되어야 한다.

#### 5.5. 보호 및 현장보수

##### 5.5.1. 보호

- 1) 도장작업의 최종 완료 때까지는 작업이 계속되기 때문에 손상을 입지 않도록 마감도장을 보호해야 한다.
- 2) 마감도장 직후에는 마감도장을 보호하기 위하여 “Wet Paint” 표시판을 설치하여야 한다.
- 3) 완료된 마감도장을 보호하기 위해 덮어두었던 임시보호 랩(Wrap)을 도장사업이 완료되었을 때에는 제거해야 한다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 88/116


#### 5.5.2. 현장보수

- 1) 도장작업이 최종 종료될 때 까지는 모든 마감표면의 손상부위에 대해서 현장 보수도장을 실시해야 한다.
- 2) Shop 마감항목
  - 현장설치 직후 현장의 용접부, 볼트 연결부, shop 도장의 벗겨진 부분 얼룩진 곳 등을 브러시로 청소하고 기술시방서에 규정된 것과 동일 한 페인트로 최소 건조피막두께 75 micron으로 스프레이 도장을 하여야 한다.
  - 보수 도장한 부분이나 하도, 중도 및 상도도장을 할 때에는 Shop에서 마감도장에 사용된 것과 같은 재질을 사용하여야 한다. 중도도장에서는 최소 건조피막 두께 125 micron으로 도장해야하고 상도도장에서는 50 micron으로 도장해야한다.(shop 도장과 동일)
  - 마감도장에 대한 보수도장을 실시할 때는 표시가 나지 않도록 하여야 한다.
- 3) 복합물, 에폭시 아연도금 류 등에 브러시나 스프레이로 보수도장을 실시해야 될 현장마감도장에 대해서는 최소 건조피막 125 micron 두께로 실시하여야 한다.
- 4) 부식방지 손상부에 대한 보수는 대상 철제물들의 청소 및 재도장 준비를 하고 6시간 이내에 보수도장 작업을 해야 한다.

#### 5.5.3. 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) 표면손상에 대해서는 형성된 아연 산화물을 제거하기 위해 물과 부드러운 세제로 손상된 부분을 전반적으로 씻어준다.
- 3) ASTM 관련규정에 따라 아연도금 합성제를 사용하여야 한다.



	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 89/116

## 6. 보온작업

### 6.1. 일반사항

#### 6.1.1. 적용범위

본 시방은 IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설의 기기 및 배관 류의 온도를 유지하기 위한 보온과 결로나 동결에 의한 피해를 방지하기 위한 보·냉 작업에 관하여 적용한다. 배관의 보온은 IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설의 일부 구간이며, 설계도서에 명시된 재질과 방법에 따른다.

#### 6.1.2. 관련 규격

보온 재료는 특별한 지시가 없는 한 KS규격에 준한다. 단, KS규격에 명시  
가 없는 사항은 JIS나 ANSI 및 Maker Standard에 따른다.

#### 6.1.3. 제출물

##### 1) 자재공급 전 제출물

도급자는 다음의 사항을 자재 공급 전에 감독원에게 제출하여 승인을 받아야 한다.

- KS 표시품, 형식승인품 또는 기타 관계법령에 의하여 품질검사를 받았거나 품질인증을 받은 재료(이하 KS 표시품)인 경우는 그 제품임을 증명하는 KS허가증 등의 사본을 제출하여야 한다.

- 제품자료 : 각 기계설비 보온재에 대한 제조업자의 생산기술자료 및 설치 지침서를 제출하여야 한다.


- 견본 : 해당사업에 필요한 각종 배관과 기기의 보온재 견본을 제출하여야 한다.

2) 설치 상태확인서 : 이 절의 현장품질관리 설치 상태확인 규정에 의하여 설치 상태 확인을 받도록 되어 있는 항목에 대하여 현장대리인의 사전 현장점검 후 서명 날인한 설치 상태확인서를 제출하여야 한다.

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

#### 6.1.4. 품질보증

보온을 시행하기 전 감독원이 지정하는 장소에 시험 설치하여 감독원의 승인을 득한 후 설치하여야 한다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 90/116

#### 6.1.5. 운반, 저장 및 취급

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

#### 6.1.6. 반입자재 검수

- 1) 도급자는 자재 현장반입 전에 감독원의 검수를 받고 반입하여야 한다.
- 2) 검수항목은 규격, 구조 등의 육안검사 및 성능에 대한 품질시험성과표를 확인해야 한다.

### 6.2. 보온 자재

#### 6.2.1. 보온재

보온재는 기존에 설치된 사양과 동일한 보온재를 사용하는 것을 원칙으로 한다.

##### 1) 보온통 및 보온대

- 경질 우레탄 보온재

KS로 규정된 경질 우레탄폼 보온재의 보온판 및 보온통으로 한다.

- 고무발포 보온재


EPDM(Ethylene Propylene Diene Monomer) 또는 NBR(Nitrile Rubber) 합성 고무 재질을 발포한 탄성계 독립기포구조 제품으로 한다.

##### 2) 외장재

- 칼라아연철판 : KS 규정의 용융아연도금 강판 및 강대 또는 동등이상의 제품으로 판 두께는 0.45 mm로 해야 한다.
- 알루미늄 판 : KS 규정의 알루미늄 및 알루미늄 합금 판 및 조 또는 동등이상의 제품으로 판 두께는 보온외경 250 mm 이하의 판, 밸브 등에 사용하는 경우는 0.4 mm, 250 mm를 초과하는 경우는 0.6 mm 기타는 0.8 mm로 해야 한다.

##### 3) 보조재

- 비닐접착테이프 : KS 규정의 포장용 폴리염화비닐 접착테이프에 의한 0.2 mm의 것, 또는 동등이상의 제품이어야 한다. 고무발포 보온재는 전용의 접착테이프를 사용한다.
- 아연철선 : KS 규정의 철선 또는 동등이상의 제품에 의한 아연도금철선으로서 굵기는 0.6 mm 이상이어야 한다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 91/116

- 메탈라스 : KS 규정의 메탈라스 또는 동등이상의 제품에 의한 호칭 망눈 21~28의 것으로 사용 철선은 지름이 0.4 mm 이상의 아연도금이 된 것이어야 한다.
- 밴드, 평밴드 : KS 규정의 냉간압연 스테인리스 강판 및 강대 등에 따라 제작한 것으로서 어느 쪽이든 두께 0.15 mm 이상이어야 한다.
- 밀봉재 : 클로로프로렌 고무계 밀봉재 또는 실리콘 밀봉재로 해야 한다.
- 고무발포 보온재의 접착제 : 전용의 접착제를 사용한다.

### 6.3. 보온 설치


#### 6.3.1. 일반사항

- 1) 건축물의 방화구획, 방화벽 기타 법규에 지정된 칸막이 또는 벽 등을 관이 관통하는 관 등의 소요부분에 대해서는 필요한 내화성능이 있도록 불연재를 충진 해야 한다.
- 2) 건축법, 소방법 등의 법규상 불연공법이 요구되어지는 곳은 불연재 또는 불연재에 준하는 내화성능이 있는 보온재, 외장재 및 보조재를 사용하여 피복 시 공해야 한다.
- 3) 보온을 필요로 하는 기기의 문 및 점검구 등은 개폐에 지장이 없고 보온 효과가 감소하지 않도록 시공해야 한다.
- 4) 보온을 필요로 하는 배관 등의 지지대, 벽체 부착 브래킷의 지지 부 및 지지하는 곳에 대하여도 보온해야 한다.
- 5) 배관보온용으로 보온통의 사용이 곤란한 곳은 동질의 보온 대 및 보온 판 등을 사용하여야 한다.
- 6) 외기조건 등이 특수하여 보온통의 두께가 기성제품의 시방에 맞지 않을 때에는 보온통 위에 동질의 보온 판 및 보온 대를 감거나 보온 통을 이중으로 겹쳐 설치한다.
- 7) 배관의 보온 마감면의 간격은 수평 배관일 경우 50 mm, 근접 시설물에 대해서는 25 mm의 공간을 둔다. 파이프의 온도가 0℃ 이하의 경우 특별한 공간 배치가 요구된다.

#### 6.3.2. 보온을 요하지 않는 부분

발주시방에 별도의 기술이 없는 경우 다음에 따른다.

- 1) 배관, 밸브 및 플랜지
  - 옥내 냉각탑수 배관

	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 92/116

- 보온을 필요하지 않는 장비의 배수관
- 공기빼기 및 배수 밸브 이후 배관

### 6.3.3.

#### 보온두께

- 1) 보온두께는 보온재만의 두께를 말하며 외장재, 보조재 등의 두께는 포함하지 않는다.
- 2) 결로 및 동파방지가 동시에 필요한 경우의 보온두께는 두 가지 중에서 두께가 큰 쪽의 시방을 적용해야 한다.
- 3) 기기 및 배관의 보온두께는 이 절의 “6.3”항에 있는 조건과 시공 장소의 조건이 현저하게 다른 경우는 그 조건에 따라 KS F 2803(보온, 보냉 사업의 시공표준)에 준해서 산정되어지는 것이어야 한다.
- 4) 보온과 보냉이 동시에 필요한 경우의 보온두께는 두 가지 중에서 두께가 큰 쪽의 시방을 적용해야 한다.
- 5) 도면의 보온기호 표기법

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 고무발포 보온 후 컬러철판마감)


#### 6) 장비보온

열교환기의 보온은 19 mm 고무발포 보온 후 외장 컬러철판 마감을 한다.

### 6.3.4.

#### 보온 시공

- 1) 보온될 모든 부위는 수분을 제거해야 하며 오염된 상태에서의 시공은 금한다.
- 2) 보온재의 이음부분은 틈새가 없도록 시공하고 겹침 부위의 이음선이 동일선상에 있지 않도록 해야 한다.
- 3) 고무발포 보온재는 보온통을 그대로 배관에 끼우거나, 절개 후 배관을 감싼 다음 절개부위에 전용의 흑색접착제를 도포하여 접착시킨다. 100 mm 이상 대구경인 경우는 보온 매트를 사용하고, 접착한 부위에는 난연성 PVC

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 93/116

보강테이프를 추가 조치할 수 있다. 특별히 금속표면의 부식을 막기 위해 코팅을 해야 할 때는 네오프렌계 접착제를 병용한다.

4) 배관의 철선감기는 대(帶) 모양재일 때는 50 mm 피치 이하의 나선감기로 조이고, 통모양재일 때는 1본에 대해 2개소 이상 감아 조인다.

5) 철판 등을 말아서 마감할 때에 관의 직관부에는 축 방향 이음(seam)연결 또는 보턴펀치이음, 곡관부에는 새우등형 카버 또는 공장가공 성형품으로 하고 옥내 다습한 곳의 이음매는 밀봉재로 마감해야 한다.

7) 결로방지 보온의 지지부는 보온재와 같은 두께의 목재, 콜크 또는 합성수지제 등의 잡자재로 지지대를 설치하고 행거밴드 또는 U-볼트로 고정하여야 한다. 부득이 지지대가 배관에 직접 접촉하는 경우는 보온표면보다 150 mm 거리까지 결로 방지를 위해 두께 13 mm의 고무발포 보온재(기타 보온재인 경우 20 mm)로 지지부를 피복해야 한다.

8) 옥내 노출관의 보온 변형부분 및 분기 굴곡부 등에는 밴드로 고정한다. 밴드 폭은 보온외경 150 mm 이하는 20 mm로, 150 mm이상은 25 mm로 한다.

9) 밸브 및 플랜지의 보온시공은 배관시공에 준하고, 노출 밸브류는 지정 외장재로 마감하여야 한다.

## 6.4. 보온 검사

### 6.4.1. 일반사항


1) 보온검사는 외관검사 및 두께검사로 한다.

2) 보온된 모든 부위는 보온재 및 외장재 표면에 오염이나 손상이 없어야 한다.

### 6.4.2. 시험 및 검사

1) 사용 재료 중 KS 표시품은 시험 및 검사를 생략할 수 있다.

2) 시공자는 KS 표시품이 아닌 것에 대하여는 사용재료의 모양, 치수, 구조 등을 확인하고 품질시험대행기관의 품질시험성과표 또는 검사증을 제출하여 성능을 확인 받아야 한다. 필요한 경우에는 감독원의 입회시험 및 검사를 실시해야 한다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 94/116

## 7. 시험 및 검사

### 7.1. 일반사항

#### 7.1.1. 적용범위

본 시방은 IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설의 각 배관, 계장계기, 제어시스템, DCS 등과 시운전을 포함한 모든 시험 및 검사에 적용한다. 모든 배관 및 장비, 계장계기, 제어시스템은 본 기술시방서에 따라 시험 및 검사를 실시하여 이상이 없어야 한다.


#### 7.1.2. 시험 및 검사방법

- 1) 자체검사 : 도급자의 품질관리요원 및 검사원들에 의하여 수행되는 공정 간 검사를 말한다.
- 2) 입회검사 : 발주처 감독원이나 혹은 그를 대행하는 제3의 검사기관의 입회하에 실시하는 검사를 말한다.
- 3) 육안검사 : 시력이나 렌즈로 직접 확인하는 검사를 말한다.
- 4) 촉수검사 : 손으로 만져 직접 확인하는 검사를 말한다.
- 5) 비파괴검사 : 시설물 또는 샘플을 파괴하지 않고 방사선투과, 칼라체크, 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.

#### 7.1.3. 시험 및 검사

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

### 7.2. 시험 및 검사대상 기재

	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 95/116

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

품 목 (1)		검사 (○ 표를 실시한다.)		
		외관검사 (2)	기능 및 성능검사 (3)	시험항목 (4)
관류 및 판재류		○	-	수압 및 공기시험
밸브 류 (Valve)	일반밸브	○	○	수압시험
	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 기재는 (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 준한다.

### 7.3. 시험의 입회


#### 7.3.1. 입회검사 신청

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

#### 7.3.2. 입회검사 대상

다음 항목에는 감독원과 시공자가 입회하에 시행한다.

- 1) 주요 장비와 장치의 시공 및 시험조정 시운전
  - 열교환기
  - 펌프류

	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 96/116

- 기타 장비 및 기기 류
- 2) 작업 후 관리가 어려운 은폐배관 등의 설치
- 3) 배관의 구간별, 전체 수압시험
- 4) 개별 제어시스템 및 자동제어시스템(DCS) 시운전 조정
- 5) 시스템(System)의 종합 시운전

#### 7.4. 기기 및 배관의 시험

##### 7.4.1. 압력 및 누수시험방법

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

종 별	시험방법	시험압력	시험기간
DI Water cooling system	수압시험	최고 사용압력 $\times 2$ 최저시험압력 $10\text{kg}/\text{cm}^2$ 이상	60분 이상
Chilled/Tower water 배관			
펌프본체	수압시험	전 양정 상당압 $\times 2$ 배압이 있을 때는 (정양정상당압 $\times 2$ ) + (배압 $\times 1.5$ )	전 펌프류

##### 7.4.2. 수압 및 누수시험 용수


IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설의 수압 및 누설시험은 시수 또는 순수를 사용하며 최종 수세는 필히 순수를 사용한다.

#### 7.5. 자재검사 및 제작검사

##### 7.5.1. 자재의 품질보증

- 1) 압력부위에 사용되는 모든 자재는 자재 사양에 맞는 화학성분, 기계적 성질 및 기타 요구되는 시험 등이 자재 보증서로서 확인되어야 한다.
- 2) 감독원은 자재 구매 시 작성된 구매요구서 및 사양에 맞는지 아래 항목에 따라 수입 검사가 실시되어야 한다.
  - 자재 보증서 및 기타 요구되는 시험의 실시 확인
  - 로트번호 및 사양에 따른 규격 표시 확인
  - 라미네이션(lamination)이나 크랙 등 외관상 결함 유무 확인
  - 두께 및 크기 확인
- 3) 수입검사 수행 시 자재의 이상이 발견되었을 때는 검사 담당자는 불일치



	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 97/116

보고서를 발주처에 제출하며 수정조치 및 확인이 이루어질 때까지 해당 자재는 제작에 투입되어서는 안 된다.

#### 4) 마킹검사

- 모든 자재(철판, 파이프, 플렌지, 기타 부속자재)는 자재보증서에 기록된 사양에 따라 품질표시가 기록되어야 한다.
- 마킹검사는 관련도면 및 절단 지시서에 따라 마킹이 되어야 하며 여러 조각으로 절단 시에는 로트번호 등이 추적될 수 있도록 필요한 마킹 조치를 실시하여야 한다.
- 마킹은 스틸펜이나 매직펜으로 실시한다. 절단 시에는 로트번호 등이 추적될 수 있도록 필요한 마킹 조치를 실시하여야 한다.

#### 5) 개선 및 취부검사

- 개선 및 취부검사는 관련 도면 및 용접기술시방서에 따라 실시되어야 한다.
- 탄소강이나 저합금강은 산소절단에 의하고 스테인리스강이나 고합금강은 플라즈마나 기계절단에 의하여야 한다.
- 검사 주요항목은 다음과 같다.

개선면과 루트 캡, 개선면의 외관상태, 가접상태, 외관 청결도

- 맞대기 용접에서 취부 허용공차는 아래와 같다.


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

- 개선 및 루트 캡 : 용접기술시방서의 지시 값에 따라야 한다.

### 7.5.2.

#### 용접검사

- 1) 모든 용접은 규정된 용접기술시방서에 따라 기량시험에 합격된 용접사에 의해서 수행되어야 한다.
- 2) 모든 용접은 용접 전, 중간 용접상태, 최종 용접상태 등이 규정에 따른 해로운 결함이 없어야 한다.
- 3) 모든 용접은 크랙, 언더컷, 오버랩 등 외관상 해로운 것이 없어야 하며

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 98/116

최대 허용치는 아래와 같다.

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	

모재 두께 (mm)	최대 허용 덧살 두께
두께 ≤ 12	1.5 mm
12 < 두께 ≤ 25	2.5 mm
두께 > 25	3.0 mm

### 7.5.3.

#### 비파괴검사

- 1) 비파괴검사의 대상 및 방법은 감독원과 협의 결정한다.
- 2) 초음파 시험
  - 모든 초음파시험의 적용규정도 발주자로부터 승인 받은 제조자의 표준규정에 따른다.
  - 만약 시험 시 의심스러운 반사파가 발견되었을 경우에는 감독원과 협의 후 다른 검사방법으로 결함을 재확인할 수 있다.
- 3) 자분탐상 시험 및 액체 침투시험
  - 시험의 판정기준은 KS 규정의 액체 침투탐상 시험의 방법 및 결함지시 모양과 등급분류, 철강 재료의 자분탐상 시험의 방법 및 등급분류에 따른다.

### 7.5.4.


#### 치수검사

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

### 7.5.5.

#### 압력시험

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

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 99/116

#### 7.5.6. 포장 및 출하 검사

##### 1) 포장

- 완성된 기기 및 장비는 출하목적에 따라 기기번호 및 방향표시 등이 시행되어야 한다.
- 모든 기계 가공 면은 테이프로 표면을 보호한다.
- 개방된 모든 노즐 구멍은 이물질의 인입 방지를 위해 밀폐 포장한다.
- 바닥면은 나무반침 포장을 원칙으로 한다.

##### 2) 출하

- 사용처에서 쉽게 식별 및 인수가 가능토록 정확한 출하 목록 표를 작성하여야 한다.
- 운반 시 요동에 의한 쏠림 방지를 위해 나무반침 포장을 실시한다.

#### 7.6. 시험성적서

##### 7.6.1. 시험성적서

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

##### 7.6.2. 시험결과 보고서

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


#### 7.7. 부적합사항 관리

7.7.1. 계약자는 제작, 시험, 검사과정에서 부적합사항이 발견되면 즉시 해당 품목의 작업을 중지하고 품질보증 요건에 따라 처리하여야 한다.

7.7.2. 부적합사항의 처리과정이 다중의 작업공정, 검사 및 시험이 요구되는 경우 별도의 품질검사 계획서를 작성하여 발주자의 검토를 받아 시행하여야 한다.

7.7.3. 부적합품목을 현 상태 사용(Use-As-Is) 또는 수리하여 사용할 경우 발주자의 승인을 받아야 한다.

7.7.4. 계약자는 발주자가 승인한 내용에 따라 필요한 조치를 완료하고 발주자의 담당 검사자로부터 종결확인 서명을 받아야 한다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 100/116

7.7.5. 종결된 계약자 부적합사항보고서는 품질증빙서류에 포함되어야 한다.

## 7.8. 공급자 불일치사항 관리

7.8.1. 계약자는 계약 이행과정 중 아래와 같은 사업기술시방서 요건과 불일치사항이 발생한 경우에는 발주처 양식의 “공급자 불일치사항 처리요청서”를 발행하여 발주자에게 제출하여야 한다.

1) 제작된 또는 제작중인 기자재, 과업 및 사업이 구매 계약요건에 맞지 않을 때


2) 공급자가 계약서상의 일부 내용을 변경하고자 할 때

3) 부적합사항에 대해 현 상태 사용(Use-As-Is) 또는 수리 사용 시

7.8.2. 계약자는 공급자 불일치사항 처리 요청서가 종결되지 않은 상태에서 기자재 (또는 과업 및 사업)를 출하할 수 없다.

7.8.3. 계약자 불일치사항 처리요청서는 부적합사항보고서(NCR : Non-Conformance Report)의 처리 수단으로는 가능하나 그 대체 목적으로는 발행할 수 없다.

7.8.4. 종결된 공급자 불일치사항 처리 요청서는 품질증빙서류에 포함되어야 한다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 101/116

## 8. 잡철물 제작설치

### 8.1. 일반사항

#### 8.1.1. 적용범위


본 시방은 IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설의 배관지지, 기기 등의 공작물의 철재 및 용접작업에 적용한다. 다만, 발주처의 지시가 있는 경우 설치위치의 주변여건과 특수성이 있는 부분은 주 구조물과 동일한 재질 또는 그 이상의 재료를 사용하여 설치한다.

#### 8.1.2. 참조규격

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

#### 8.1.3. 제출물

- 1) 자재공급 전 제출물 : 도급자는 다음의 사항을 자재공급 전에 감독원에게 제출하여 승인을 받아야 한다.
  - KS표시 품, 형식승인 품 또는 기타 관계법령에 의하여 품질인증을 받은 제품을 사용하여야 하며, 품질인증을 받은 재료(이하 KS 표시 품)인 경우에는 그 제품임을 증명하는 KS허가증 등의 사본을 제출하여야 한다.
  - 제품자료 : 각 기계설비 강재 및 용접봉 등 보조재에 대한 제조업자의 생산기술자료 및 설치 지침서를 제출하여야 한다.
  - 견본 : 해당 작업에 필요한 각종 강재 및 용접봉 등 보조재 견본을 제출하여야 한다.
- 2) 설치 상태확인서 : “8. 잡철물 제작설치”의 현장품질관리 작업 상태확인 규정에 의하여 설치 상태확인을 받도록 되어 있는 항목에 대하여 현장대리

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 102/116

인의 사전 현장점검 후 서명 날인한 작업 상태확인서를 제출하여야 한다.

3) 유지보수자료 : 각 기계설비 강재 및 용접봉 등 보조재자료 및 보수 자재 목록을 제출하여야 한다.

#### 8.1.4. 품질보증

기기 및 가대에 대한 강재제작 및 용접 사업을 시행하기 전 감독원이 지정하는 장소에 시험 설치하여 감독원의 승인을 득한 후 시공하여야 한다.

#### 8.1.5. 운반, 저장 및 취급

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

### 8.2. 재 료

#### 8.2.1. 강재

강재는 KS D 3503(일반 구조용 압연 강재) 및 KS D 3566(일반 구조용 탄소 강관)에 따르고 용융아연도금, 전기도금, 또는 도장으로 옥외에 사용하는 경우는 용융아연 도금의 것으로 한다.

#### 8.2.2. 볼트, 너트 및 와셔

1) 볼트, 너트 및 와셔의 재료는 KS D 3503(일반 구조용 압연 강재)의 제품 또는 동등이상 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(평 와셔)의 제품으로 한다.

4) 앵커볼트의 나사는 볼트나사에 준하며 미터나사 보통나사의 3급 이상으로 한다.

5) 고장력 볼트, 너트 및 평 와셔의 세트는 KS B 1010(마찰 접합용 고장력 6각 볼트, 6각 너트, 평 와셔의 세트)의 제품으로 한다.

#### 8.2.3. 용접재료

용접재료는 KS D 7004(연강용 피복 아크 용접봉), KS D 7005(연강용 가스 용접봉), KS D 7006(고 장력 용 피복 아크 용접봉)의 제품 또는 기타 적합한 양질의 재료로서, 용접조건에 의해서 선정한다.

	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 103/116

### 8.3. 재작

#### 8.3.1. 강재가공

##### 1) 선긋기 작업

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

##### 2) 절단 및 굽힘 가공

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

##### 3) 교정 작업

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


#### 8.3.2. 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.

#### 8.3.3. 용접

##### 1) 용접사

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

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 104/116

## 2) 재료준비

- 끝 가공 모양은 재질, 모양 또는 설치방법에 의해 정하는 것으로 한다.
- 끝 가공은 원칙적으로 기계가공으로 한다. 단, 부득이 한 경우는 자동 또는 수동의 열절단 가공으로서도 되지만, 그 경우는 필히 그라인더로 마무리를 한다. 끝 가공 면을 깨끗하고 정확하게 마감하고 끝 가공 면에 부착해 있는 슬래그는 완전히 제거하여야 한다.
- 용접재료는 조심스럽게 취급하고 피복재의 벗겨짐, 오손, 변질, 흡습 및 녹이 슨 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) 용접작업

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

## 5) 용접 완료시의 확인

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



	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 105/116

## 9. 계장작업

### 9.1. 일반사항

#### 9.1.1. 적용범위

본 시방은 IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설의 계장작업 및 자동제어시스템(DCS)에 대하여 적용한다.

#### 9.1.2. 적용 법령 및 표준규격

- 1) 적용 법령 및 표준규격은 작업 특정사양과 도면에 지정한다.
- 2) 본 기술시방서에 기재된 사항은 계장작업 설비기준에 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 준할 것.
  - Instrument에 관한 매뉴얼(manual)

### 9.2. 계기설치


#### 9.2.1. 기기 철거 및 운반

- 1) 기기는 진동과 충격을 받지 않도록 철거하여 설치할 현장으로 운반한다.
- 2) 기기를 포장 없이 운반하는 것을 피하고 기기에 손상이 가지 않도록 적당한 처리를 한다.

#### 9.2.2. 계기의 설치

모든 계기는 각 계기의 지침서(Instrument manual) 및 사업도면에 따른 방법으로 설치함을 원칙으로 한다. 특히 철거 및 설치, 설치 후 반드시 방습, 방진, 외부의 충격으로부터 보호될 수 있도록 보호커버를 씌우며, Transmitter 및 output gauge에 대하여는 아래의 방법으로 설치한다.

- 1) Support용 Stanchion 및 설치방법은 계장도면과 같이 한다.
- 2) 전기식은 습기에 약할 뿐만 아니라 운전 시 오차를 초래하므로 가능한 습기로부터 보호될 수 있는 장소를 택한다.
- 3) 진동이 예상되는 장소에는 진동방지 시설을 한다.
- 4) 가능한 계기의 높이, 위치를 조정 및 보수하기가 용이한 지점으로 선택한

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 106/116

다.

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

### 9.3. 계장 1차 도압관 작업

#### 9.3.1. 도압관의 일반적 설치기준


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

#### 9.3.2. 현장계기의 도압관

1차 도압관은 스테인리스 스틸 튜브를 사용한다.

#### 9.3.3. 도압관 설치용 피팅 류

도압관 설치를 위한 피팅류는 스테인리스 스틸과 동등에 속하는 급이어야

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 107/116

한다.

#### 9.3.4. 계장배관 Support

- 1) 철골 또는 배관 등의 구조물에 직접 지지대를 취부 할 때는 분해조립이 가능하도록 볼트, 피스 등을 이용한다.
- 2) 콘크리트 구조물에 취부 할 경우에는 앵커 볼트로 취부 한다.
- 3) 수평 및 수직계기의 배관지지 간격은 현장여건에 따라 1.0~2.0 m 이내의 범위로 한다.
- 4) 모든 도압관 및 제어배관 등은 어떤 조건하에서도 계기 자체에 유해한 응력이 가하지 않게 배열 설치하여야 한다. 진동이 심한 배관에는 공명(울림)을 최소화하기 위해 필요한 지지방법을 적용하여야 한다.

### 9.4. 계기 설치


#### 9.4.1. 유량측정계기 설치

유량측정 계기는 기 설치된 계기를 이전하여 설치하며, 추가로 설치가 필요한 경우 냉각설비에 기 설치된 사양과 동일하거나 국내·외 최고 수준 또는 동급에 해당하는 제품이어야 하며 다음 사항에 적합하여야 한다.

- 1) 유량 측정을 위한 유량계는 차압식 오리피스 타입이다.
- 2) 차압발신기의 취부 및 배관상의 주의할 점은 다음과 같다.
  - 차압 검출단에서 가능한 가깝게 취부 한다.
  - 진동이 적고 외상을 입을 위험이 없는 곳에 취부 한다.
  - 도압관 내부는 배관 취부 전에 장소를 깨끗이 한 후 배관하여야 한다.
  - 배관시 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 경우 및 차압 취출점이 차압 전송기보다 위에 위치한 경우 설치 개념도는 상세설계 도면에 반영하여야 한다.

#### 9.4.2. 압력측정계기 설치

압력측정 계기는 기설치된 계기를 이전하여 설치하며, 추가로 설치가 필요한 경우 냉각설비에 기설치된 사양과 동일하거나 국내·외 최고 수준 또는 동급에 해당하는 제품이어야 하며 다음 사항에 적합하여야 한다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 108/116

#### 1) 액체의 경우

- 압력발신기는 하방에 설치하는 것을 원칙으로 하며 정확한 탭(TAP) 취출은 상세 설계도면에 표시하여야 한다.
- 압력원의 압력변동(hunting)이 심한 고압의 배관인 경우는 적당한 압력완충기(snubber)를 취부 한다.
- 검출점이 수평으로 취출되었을 경우에는 수평배관을 최대한 짧게 하여야 하며 구배를 주어야 한다.

2) 차압 감지관은 양쪽배관이 동일 온도를 유지할 수 있도록 최대한 같은 방법으로 설치하여야 한다.

3) 한쌍의 차압 감지관은 계기의 고압단과 저압단이 제 위치에 연결되도록 확실한 검사를 하여야 한다.

4) 완충기는 계기 차단밸브의 출구쪽 계기에 가깝게 설치하여야 한다.

5) 압력 시험단은 접근하기가 용이하여야 한다.

6) 발신기 및 현장계기 취부 및 배관시 다음 사항에 주의하여야 시공하여야 한다.

- 고온, 다습, 부식성가스, 먼지가 심하지 않은 장소를 택하여야 한다.
- 진동이 비교적 적은 장소를 택하여야 한다.
- 도압관 내부는 배관 취부 전에 청소를 깨끗이 한 후 배관하여야 한다.
- 현장 압력계 및 압력스위치는 운전원이 감시 및 보수점검이 용이한 곳에 설치하여야 한다.
- 도압관 배관시 사용자재는 도면에 명기한 재질과 규격을 사용하여야 한다.

#### 9.4.3. 온도측정계기


온도측정 계기는 기설치된 계기를 이전하여 설치하며, 추가로 설치가 필요한 경우 냉각설비에 기설치된 사양과 동일하거나 국내·외 최고 수준 또는 동급에 해당하는 제품이어야 하며 다음 사항에 적합하여야 한다.

##### 1) 설치 일반

열전대 또는 측온 저항체의 배선(wire)은 대전류 정압배선으로부터 격리시켜 배선하고, 전선관 내에 배선할 경우는 신호전송 회로만 수용하도록 한다.

##### 2) 보호관

- 배관 내의 압력이 20 kg/cm<sup>2</sup>을 초과할 경우에는 용접을 하여야 한다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 109/116

- 보호관 삽입 깊이는 보호관 외경의 15D로 한다.
- 보호관은 유체조건에 따라 응력해석을 만족해야 하며 응력해석 기준에 의해 응력해석 담당이나 보호관의 공급자에 의해 확인되어야 한다.

## 9.5. 전선관 작업

### 9.5.1. 전선관 및 부속품의 선정


전선관은 Tray로부터 분기하는 경로와 중간 접속함에서 계기까지의 경로 설치에 적용하며 주목적은 전선의 보호에 있다. 따라서 전선관 및 부속품은 특성에 적합한 방식, 방습, 방진, 방폭 등을 충분히 고려하여 선정 작업한다.

### 9.5.2. 전선관의 포설

- 1) 전선관을 매입하거나 관통하는 작업은 감독원의 지시에 따라 구조물의 구조 및 강도에 지장이 없도록 한다.
- 2) 관의 굴곡사업은 다음과 같이 한다.
  - 굴곡반경은 내경의 6배 이상으로 한다.
  - 1개소의 곡률각도가 90° 이상으로서 굴곡은 1구간에 3개소 이내로 하고 굴곡 각도의 합계가 270° 이내로 한다.
  - 관을 굴곡할 때는 각각의 관에 적합한 규격의 파이프벤더를 사용한다. 또 굴곡을 쉽게 하려고 관을 가열하거나 균열, 찌그러짐이 생길 수 있게 급격하게 굴곡해서는 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.

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

- 6) 전선관용 유니온은 배관의 1구간이 30 m 이내일 경우에 굴곡부가 3개소 이상이고 굴곡각도의 합계가 270°가 넘을 때 사용한다.
- 7) 노출배관의 지지는 클램프 또는 “U” 볼트를 사용하고 전선관의 직관부

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 110/116

지지간격은 2 m 이내로 한다. 단, 관의 끝 부분과 관 상호 접속, 분기부에는 각각의 위치로부터 300 mm 이내로 지지한다.

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

9) 강전 전선관과 약전 전선관, 수도관 및 가스관과의 이격거리는 강전 전선관이 비접지 되어 있을 때 150 mm 이상으로 하고 접지되어 있을 때에는 서로 닿지 않을 정도로 설치한다. 그리고 약전 전선관과 계장신호배관, 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 설치한다.

11) 전선관과 증기관, 방열기 등과의 거리는 이들이 보온되어 있을 경우에는 150 mm 이상, 보온되어 있지 않은 경우에는 300 mm 이상으로 한다. 상호 간에 방열조치를 하였을 때에는 간격을 특별히 규정하지 않지만 전선관의 주위온도가 60℃ 이하가 되도록 설치한다.

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


13) 전선관은 STS 배관을 사용하고 접속방법은 Moloco joint 방식으로 한다.

### 9.5.3. 전선관의 접속

1) 관과 관의 접속은 나사부에 광명단(연분 80% 이상) 등을 바른 다음 커플링 중앙에서 서로 맞닿게 조여 준다. 특히 지하매설의 경우 등 방수처리를 할 필요가 있을 때에는 썰(테프론테이프, 애바썰, 스리본드 등)을 한다.

2) 관을 덕트 및 중간 접속함과 연결함에 있어서 덕트로부터 케이블을 인출할 때는 원칙적으로 측면으로부터 인출한다. 나사부에는 광명단을 바르고 록너트와 부싱을 채운다. 중간 접속함은 원칙적으로 밑으로부터 인입하여 밑으로 인출되는 배관을 한다.

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

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 111/116

본딩을 하지 않아도 된다.

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

#### 9.5.4. 전선관구의 처리

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

### 9.6. 배선 및 접속

#### 9.6.1. 배선

- 1) 전선관 끝의 부상은 배선하기 전에 설치하며 휘어진 부분이 많은 배관내의 배선은 분말상의 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.

#### 9.6.2. 중간 접속함과 접속


- 1) 함과의 연결은 밑에서부터 인입하여 밑으로 인출되게끔 설치한다.
- 2) 전자판(Solenoid Valve) 등 리드선이 부착되어 있는 경우의 접속은 접속기구 내에서 적당한 압착공구를 사용하여 작업한다.

#### 9.6.3. 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 접속시 (-)측은 니크롬선용의 압착단자를 사용한다.

#### 9.6.4. 각 계기의 접속

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

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 112/116

#### 9.6.5. 표 식

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

### 9.7. 배관의 세척(Flushing)

#### 9.7.1. Flushing의 사용

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

#### 9.7.2. 사용 압력

- 1) ½" Pipe, 2 kg/cm<sup>2</sup>
- 2) ¾" Pipe, 2 kg/cm<sup>2</sup>
- 3) ¾" 미만 Tubing, 1 kg/cm<sup>2</sup>

#### 9.7.3. Flushing 범위

- 1) Process pipe의 경우 first block valve에서 계기의 연결되는 밸브까지로 한다.
- 2) Signal line의 copper tube는 현장 계기(instrument)에서 계기반의 계기인 입 직전까지로 한다.

#### 9.7.4. Flushing 방법


- 1) 주어진 압력을 1분간 연속으로 가함을 원칙으로 하며 배기 공기가 깨끗함을 확인한다.
- 2) 1분간 Flushing을 한 뒤에도 관내가 깨끗하지 않을 경우는 깨끗해질 때까지 Flushing 한다.
- 3) Flushing이 끝난 라인은 라벨을 부착한다.
- 4) ½"이상 pipe(Tubing은 제외)에 대하여는 감독원과 협의하여 배관에서 행하는 세척과 같은 방법으로 할 수 있다. 이 경우 세척작업이 끝난 후 스팀이나 에어로 건조시켜야한다.

### 9.8. Leak Test

#### 9.8.1. 압력 및 기밀시험 (Leak Test)

N<sub>2</sub> gas를 사용함을 원칙으로 하며, N<sub>2</sub> gas 이외의 유체를 사용할 때에는 감독원의 지시를 받아야 한다.



	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 113/116

#### 9.8.2. 사용 압력

Process Pressure의 1.5배로 한다.

#### 9.8.3. 적용 범위

도압관 및 signal line으로 함을 원칙으로 하나 특별한 개소가 있을 때는 감독원과 협의하여 행한다.

#### 9.8.4. Test 방법

- 1) 정해진 압력을 가하기 전에 테스트 라인에 따른 계기와의 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 경과하여야 하며, 이때 누설 여부를 supervisory gauge로 확인한다.
- 4) Leak가 생기면 비눗물 등으로 연결부분을 확인해야 하며 leaking 부분은 leak가 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 연결개소를 원상태로 복귀시킨 후 manifold valve 및 route valve를 잠그고 equalizing valve가 있으면 open 시킨다.


#### 9.8.5. Test의 기록과 보관

- 1) Test 기록은 테스트 기간 중 일체의 테스트 라인에 관해 주의하여 기록한 후 감독원에게 매일 그 결과를 제출한다.
- 2) 테스트 기록의 기재항목은 다음과 같다.
  - 기기명 (TAG No.)
  - 사용압력
  - 유지기간
  - 테스트의 시공 책임자명
  - 테스트 입회자명(기술자 및 감독원)

### 9.9. 검사 및 시험

#### 9.9.1. 일반사항

- 1) 작업에 사용될 모든 기자재는 검사 및 시험을 하여야 한다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 114/116

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 요하는 부분 및 수중 또는 지하에 매몰하는 공작용 기타 작업 완료 후 외부로부터 검사할 수 없는 공작물의 설치에 감독원의 입회하에 설치하여야 한다.

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

#### 9.9.2. 제어반 및 현장제어반의 검사 및 시험

1) 모든 시험은 기술규격서에 명기된 규격 및 표준에 따라 실시하여 시험성 적서를 제출하여야 한다.

2) 설치 후 다음의 사항을 검사하여야 한다.

- 구조 및 외관검사
- 배선의 도통 및 절연시험
- 제어반 내의 배선검사


#### 9.9.3. 검수

과업 완료 후 감독원 및 시공사 기술자의 입회검사에 합격하고 발주 기술시 방서에 지정한 서류들을 수급자가 제출하여 감독원이 접수함으로써 검수가 끝난다.

#### 9.9.4. 현장 검사

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

- 1) 계기 설치도면, 자재 및 경사(slope) 요건에 일치하는지 확인한다.
- 2) 계기 연결위치가 P & ID 상의 표시와 일치하는지 확인한다.
- 3) 계기 설치도면에 준하여 계기들이 설치 구조물이나 벽에 견고히 결합되 었는지 확인한다.
- 4) 계기에 도압관이 적절히 연결되었는지 확인한다.
- 5) 계기 도압관의 연결성 확인 및 압력시험을 확인한다.
- 6) 보수를 위한 접근성 및 가시성이 적절한지 확인한다.
- 7) 튜브 연결기구(Fitting)가 바르고 기밀성 있게 또한 새지 않도록 설치되었 는지 확인(공기관은 Bubble Test 실시)한다.
- 8) 지지물 설치간격이 허용 최대거리를 넘지 않았는지 확인한다.

	<b>기술시방서</b>	개정번호: 0
	<b>IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설</b>	발행일자: '23.02.15 페이지: 115/116

9) 전자식 계기들의 연결이 적절한지 확인한다.

10) 접지망의 구성 및 접지상태 시험을 확인한다.

#### 9.9.5.

현장 성능시험

##### 1) 외관 및 미관 검사

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

##### 2) 도압관 내압 누설시험

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

- 시험 시 도압 배관과 용접되어 연결된 모든 계기들의 차단밸브를 닫아야 하며 이 경우 배기와 배수 밸브를 열어야 한다.

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

- 고압배관 계통에서 기체에 의한 누설시험이 위험할 때는 수압으로 내압시험과 겸해서 누설시험을 할 수 있다.

- 시험이 끝난 후 시험 성과표를 작성하여 승인을 받아야 한다.

##### 3) 검출 배관의 Flushing 작업

- 설치작업 완료 후 검출배관 내를 Flushing해서 내부의 이물질을 제거하여 청결하게 하여야 한다.

- 취출 밸브가 닫혀있는가 확인하여야 한다.


- 계기밸브를 닫고 소수밸브를 완전 개방하여야 한다.

- 취출 밸브를 서서히 열어 전개한다.

- 배수밸브의 유체가 청결하게 되면 소수밸브를 닫는다.

- Flushing할 때 취출 밸브를 개방한 후 소수밸브를 개방하면 내부의 이물질이 소수밸브 입구에서 막히는 일이 발생하므로 Flushing할 때는 상기 절차대로 시행하여야 한다.

- 도압관 및 신호공기 배관의 검사절차에 따른 검사를 하여야 한다.

	기술시방서	개정번호: 0
	IRC/IPS를 위한 #2 냉각수시스템 증설	발행일자: '23.02.15 페이지: 116/116

## 10. 특허권 및 소유권

- 10.1. 계약자는 본 사업의 수행과정에서 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.
- 10.2. 본 계약에 의거 계약자가 공급한 기지재(Know-How 포함)가 KFE를 상대로 특허권 분쟁이 야기되었을 때, 이에 대한 모든 비용 및 손해는 계약자가 부담한다.
- 10.3. 계약자(하도급자 포함)는 본 사업의 수행과정에서 반출된 도면 및 기술자료, 습득한 제반 지식을 KFE의 사전승인 없이 국내·외 다른 Project에 임의로 사용하거나 반출할 수 없으며, 이로 인해 야기된 제반 문제에 대해서는 계약자가 모든 책임을 진다.