

	KSTAR 운영사업	개정번호: 0
	기술 시 방 서 (Technical Specification)	발행 일자: '23. 04 폐 이 지: 1/25

KSTAR ECH 안테나 미러, 냉각방식 변경 및 수리




개정 이력

개정번호	개정 일자	개 정 사 유
0	2023. 04	최초 발행

관련 부서 검토

소속/직책	성 명	서 명	일 자

작성, 검토 및 승인

구 분	소속/직책	성 명	서 명	일 자
작 성	전류구동연구팀/담당	한 종 원		2023. 4. 6.
검 토	전류구동연구팀/팀장	왕 선 정		2023. 4. 6
승 인	초고온플라즈마연구부/부장	곽 종 구		11

목 차

1. 일반사항	3
1.1 계약 목적	3
1.2 계약 범위	3
1.2.1 제작 도면	4
1.2.2 문서 작성	4
1.2.3 제작	7
1.2.4 제작 중 검사	11
1.2.5 제작 중 기타 사항	13
2. 특허권 및 소유권	15
2.1 책임	15
3. 안전 특기 사항	16
4. 품질 보증 및 절차	16
4.1 적용 범위	16
4.2 용어의 정의	16
4.3 계약자 자체 품질검사 요건	17
4.4 품질 검사 계획 제출요건	18
4.5 부적합 사항 관리	18
4.6 공급자 불일치사항 관리	19
5. 포장, 취급, 선적 및 운송관리	19
6. 일정	19
7. 기타	20
붙임 1 : 공급자 불일치사항 처리요청서	22
붙임 2 : Document Transmittal Sheet	23
붙임 3 : 검사 및 시험계획서 표지	24
붙임 4 : 검사 및 시험계획서	25

기술시 방서

(KSTAR ECH 안테나 거울, 냉각방식 변경 및 수리)

1. 일반사항

1.1. 계약 목적

본 계약은 한국 핵융합에너지연구원(이하 KEF)에서 운영 중인 차세대초전도 핵융합연구 장치(이하 KSTAR)의 국부적인 전자 가열 및 전류 구동(electron cyclotron heating and current drive)을 위한 ECH 가열장치의 안테나 거울의 제작과 냉각방식 변경과 수리를 위한 건으로 EC2, 3 안테나의 경우 안테나 수리 및 예방 정비, EC4, 5 안테나의 steering mirror 제작 및 거울 냉각방식 변경을 위함이다.

1.2. 계약 범위

계약자는 다음과 같은 계약 범위를 갖는다.

표 1. 계약 업무 범위

구 분	내 용	비 고
1. 제작도면	1) 2차원 도면 (AutoCAD 2010 ver. 이하) 2) 3차원 도면 (STEP file, ProE/Solid Works/Catia 중 택 1)	2D 제작도 포함 일체
2. 문서 작성	1) 개별 부품의 제작 절차서 및 성적서 2) 제작 부품 시험 방법 및 절차서	
3. 제작 및 설치	1) EC4, 5 steering mirror 제작 2) EC4, 5 냉각방식 변경을 위한 냉각수 매니 폴더 3) EC4, 5 안테나 거울 포크 수정 4) EC4, 5 안테나 steering mirror 냉각방식 변경 4) ECH 안테나(2, 3, 4, 5) 구동부 세라믹 부상 교체 5) ECH 안테나 수랭 벨로즈 교체	
4. 검사	1) 치수 검사 2) 재료 검사 (성적서 대체) 3) 진공 누설검사 4) Mirror 구동 검사 - 비틀림 하중 후 동작검사 - 거울 가동 범위 검사	

1.2.1. 제작도면

계약자는 “KSTAR ECH 안테나 거울, 냉각방식 변경 및 수리”를 위해 필요한 도면을 본 문서에서 언급하는 모든 사항 기술 사양을 바탕으로 2D, 3D 도면을 작성한다.

KFE는 계약자에게 제품의 형상, 공차 설치 위치 및 사양 등이 정의된 자료를 제공하고 계약자는 제공된 자료를 통해 모든 부품의 상세 제작도면을 준비하여, 제작 착수 전에 제작 및 설치에 있어서 필요한 모든 도면의 검토 및 승인될 수 있도록 해야 한다. 도면 승인 절차는 다음과 같다.

- (1) 계약자는 검토를 위한 일시적인 전자 파일 형태의 도면을 수시로 KFE에 제공하여 제작 방식, 조립순서 등 제작에 대한 충분한 협의가 이루어질 수 있도록 한다.
- (2) 계약자는 승인을 위한 모든 도면을 제출하고, KFE는 검토 후 승인 또는 수정 사항을 표시한 도면 또는 문서를 보낸다.
- (3) 승인 완료된 경우에도 제작 준비 진행 과정 중 수정이 필요한 상황이 발생할 경우, 수정된 사항이 포함된 도면 및 사양서는 다시 제출하여 재승인을 받도록 한다.
- (4) 최종 승인이 완료된 도면 및 사양서는 전자서류철과 함께 KFE에 제공한다. 전자 파일 도면`집 1부를 제출한다.
- (5) 제작 완료 후 최종 수정 사항이 반영된 도면 집 3부 (A3, 제본 집)과 전자 파일을 제출한다.
- (6) 프로젝트 완료 후 생성된 도면은 모두 파기해야 한다.

1.2.2. 문서 작성

1.2.2.1. 적용 범위

- (1) 이 시방서는 계약자가 구매자에게 제출해야 할 각종 서류 및 품질증빙서류 등에 대한 세부 요건을 규정한다.
- (2) 계약서 본문(계약 일반조건, 계약 특수조건, 기술시 방서 본문 등)에 규정된 요건은 이 시방서에 기술된 내용에 우선하여 계약자에게 적용한다. 만일, 이 시방서와 계약서 본문 내용이 서로 일치하지 않거나 불명확한 내용이 있으면 계약자는 구매자에게 통보하여 명확한 해석을 받은 후 이행하여야 한다.

1.2.2.2. 일반 요건

- (1) (계약자 의무) 계약자는 이 시방서에서 정하는 대로 계약 이행을 위한 각종 서류 및 품질 증빙서류를 구매자에게 제출하여야 한다.

- (2) (서류 품질) 계약자가 제출하는 서류 및 도면은 정상적인 맨눈으로 판독이 가능할 수 있도록 작성 또는 복사상태가 양호해야 하며 재복사 또는 전자매체 제작 등이 가능한 상태의 품질이 유지되어야 한다.
- (3) (구매자의 검토) 계약자가 제출하는 서류 및 품질증빙서류를 계약요건에 따라 업무에 적용하기 전에 구매자의 검토를 받아야 한다.
- (4) (서류식별) 계약자가 제출하는 서류에는 서류 명칭, 작성 일자 등이 명확하게 기재되어 표시되어야 한다.
- (5) (서류 번호) 계약서 요건에 구매자가 제시한 서류분류번호 부여 방법이 있으면 계약자는 이를 준수해야 한다.
- (6) (서류 승인) 계약자가 제출하는 모든 서류에는 담당 책임자의 서명, 일자가 포함되어야 한다.

계약자는 제작 및 품질관리에 필요한 제작 절차서, 시험 및 검사 절차서, 포장 및 운송 절차서 등의 기술문서를 KFE에 제출하여야 한다.

- (1) 일정표는 제작 및 설치 공정에 필요한 모든 일정이 표기될 수 있도록 한다.
- (2) 제작 절차서는 기계 가공, 표면 처리, 접합, 세정, 인력 관리에 대한 절차를 기술한다.
- (3) 시험 및 검사 절차서는 제작 중 재료 인증, 치수 검사와 완제품 검사 방법을 기술한다.
- (4) 포장 및 운송 절차서는 제작물의 품질을 유지할 수 있는 운송 절차를 기술한다.

1.2.2.3. 서류 및 품질증빙서류의 제출

- (1) 계약자는 제작사양서 접수 후 아래에 명기된 사항이 포함된 제작 추진방안 및 추진 일정을 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
 - 제작 절차서 (제작 절차, 용접 절차, 세정절차, 표면 처리 절차)
 - 검사 및 시험 계획서(ITP)
 - 포장 및 운송 절차서
 - 설치 절차서
- (3) 제작 기간 중 아래 명기한 자료를 제출해야 한다.
 - 제작공정에 대한 검사 및 시험 성적서

- 주요 공정의 제작 진행 상황 사진
 - 공정별 제작 방법 및 품질관리 기록서
 - 부적합보고서
- (4) 매일 또는 매주 진척 상황 및 업무 진행 상황을 문서로 작성하여 제출한다.
- (5) 완료 시 또는 제작 진행 중 아래 명기한 자료를 제출해야 한다.
- 제작도면(Jig & Fixture 포함)
 - 검사 및 시험 절차서
 - 검사 및 시험 성적서
 - 주요 공정의 제작 진행 상황 자료
 - 공정별 제작 방법 및 품질관리 기록서
 - 부적합보고서
- (6) 자료 제출 일정
- 제작 추진방안 및 추진 일정 자료: 계약 후 7일 이내
 - 제작 전 제출자료: 계약 후 14일 이내
 - 제작 중 제출자료: 협의 후 결정
 - 완료 시 제출자료: 설치 완료 검사 후 제출
- (7) (자체 검토, 승인) 계약자가 구매자에게 제출하는 모든 서류 및 도면은 계약서 및 계약서에서 요구하는 기술기준과 품질보증계획서에 따라 작성, 검토, 승인되어야 한다. 계약자가 자체 승인하지 아니한 서류가 구매자에게 제출되어서는 안 된다.
- (8) (용지 사용) 서류에는 일반적으로 A4용지를 사용하며 도면에는 크기에 따라 A0, A1, A2, A3 등의 용지를 사용한다.
- (9) (전자매체의 사용) 구매자의 요청에 따라 전자매체를 이용한 서류를 제출하는 경우, 이 전자매체는 관리기준이 수립, 운영된 것이어야 하며 검색 가능, 복사 가능, 재생 가능, 이중 보관 등의 품질 요건이 충족되어야 한다.
- (10) (제출) 계약자는 서류 송부 전을 사용하여 서류 및 도면을 구매자에게 제출하여야 한다.
- (11) (재고기록) 계약자는 구매자가 제공한 품목의 물량에 대한 재고기록을 유지하고 구매자의 요청 시 재고기록보고서를 구매자에게 서면으로 제출하여야 한다.

1.2.2.3.1. 품질증빙서류

- (1) (제출요건) 계약자는 모든 작업이 완료되고 품질보증계획서의 요건에 따라 제품을 공급함을 보증하는 품질증빙서류를 구매자에게 제출하여야 한다.
- (2) (품질증빙서류의 종류) 일반적으로 품질증빙서류는 다음과 같다.
- ① 자재/부품 목록 [재료시험성적서 또는 재료확인서(Certificate Of Compliance) 포함]

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

1.2.2.4. 기록 매체 제작 및 검사요건

- (1) 기록 매체에 수록할 모든 자료는 전자 파일 그대로 수록하는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 이동식 디스크에 수록할 모든 자료(도면 및 문서)의 Image File Format은 PDF(Portable Document Format)를 사용한다.
- (3) Image File은 화면 검색 및 출력 시 판독이 가능한 해상도(200DPI 이상)를 유지하도록 Scanning 되어야 한다.
- (4) 도면 및 문서의 Image File 변환 시 Scanning 축척은 1:1로 하여야 한다.
- (5) 이동식 디스크에 저장될 때 자료의 목록과 원문 이미지 데이터가 연계될 수 있도록 수록 폴더명, 파일명(File Name) 등을 같이 부여하여 수록도록 하여야 한다.
- (6) 전자매체에 수록하여 보관되는 모든 기록물은 사업주 전산시스템에 등록할 수 있는 형태의 자료이어야 한다.
- (7) (기록검사) 계약자가 제출한 전자매체에 수록된 기록물은 구매자의 내부 기준(수량 검사나 파일수록 상태 검사, 화질 검사, 검색 연동성 검사 또는 외관 검사, 표준 색인 목록 검사 등)에 따라 별도의 인수검사를 하여 전자매체 및 수록된 기록물의 품질이 불량하다고 판정 시에는 인수를 거절할 수 있다.

1.2.3. 제작

KSTAR ECH 안테나는 토카막에 설치되어 플라즈마 실험 중 필요에 따라 RF 빔의 입사 방향을 변형해 주는 구실을 한다. 이를 위해 안테나에는 2개의 금속 거울이 있고 그중 1개의 거울은 각도를 변경할 수 있도록 설치되어 있다. 토카막 내부로 입사되는 RF 빔은 최대

1MW, 300sec. 사양으로 안테나 거울에 반사되어 입사되는데 이때 반사되는 거울에 발생하는 열을 해소하기 위해 물을 이용한 직접 냉각방식이 사용된다. 2개의 금속 거울 중 고정 거울의 경우 움직임이 없으므로 스테인리스 튜브 수랭 배관을 직접 용접하여 사용한다. 하지만, 각도를 변경할 수 있도록 제작된 조정 거울의 경우 toroidal $\pm 20^\circ$, poloidal 30° 의 움직임이 필요하므로 거울 매니폴드와 부착되는 수랭 배관 마지막 부분에 벨로즈를 사용하고 있다. 벨로즈 실험을 통해 약 7,000회 동작 후 손상되는 것을 확인하였으나 토카막 내부에서는 실험에서보다 가혹 조건이기 때문에 1회 KSTAR 캠페인 실험을 완료하면 예방 정비를 수행하여 교체하고 있다. 또 거울을 구동하기 위한 구동부에 사용되는 세라믹 부싱이 실험 중 충격에 깨지거나 마모가 발생하여 유격이 생기기 때문에 교체 작업을 같이 수행하고 있다.

1. 세부사항

1) ECH 2, 3 안테나 냉각 벨로즈 교체

ECH 안테나에 설치되어 사용된 안테나 거울의 냉각을 위해 냉각 배관과 조정 미러 용 매니폴드 사이에 설치되어 있는 벨로즈 교체한다.

- 사용 벨로즈 종류 : 열처리된 formed bellows (기성품 벨로즈 중 연성이 좋은 제품)
- 벨로즈 재료 : 스테인리스 스틸
- 사용압력 : 5bar (시험 압력 7bar)
- 벨로즈 길이 : 최대한 짧게 (설계 단계에서 벨로즈 길이 변경 및 확정)
- 거울 가동 범위 : 최대 toroidal : $\pm 30^\circ$, poloidal : $55^\circ \sim 80^\circ$
- 수랭 배관과 용접 : 소켓을 사용한 알곤 수동 용접(맞대기 오토 웰딩 가능)

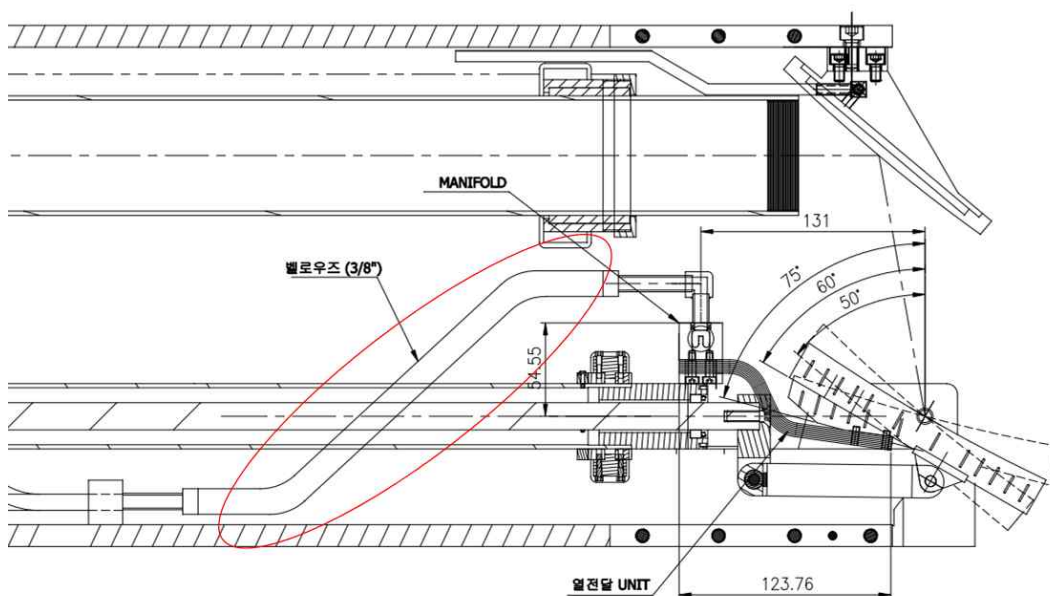


그림 2 벨로즈 교체

2) ECH 4, 5 안테나 조정 거울 냉각방식 변경

기존에 직접 냉각 방식에서 가장 최근에 ECH 2, 3에 사용한 일부 간접 냉각 방식으로 변경 변경을 위한 거울 포크 수정, 냉각수 매니폴드 제작, 조정 거울 제작, 현장 설치 작업이 필요하다. 간접 냉각방식에 사용하는 열전달 부품은 KFE가 사급 한다.

- 냉각 매니폴드 제작

구리의 재료로 바 형태의 냉각수 in. out port를 가지고 매니폴드를 제작한다. 냉각수 in out port는 스테인리스 튜브로 제작하고 구리 매니폴드와의 접합은 브레이징 접합하고 열전달을 위한 부품이 부착될 수 있도록 탭 가공을 한다. 열전달 부품이 설치되는 부분은 완벽한 접합이 될 수 있도록 홈 파기 가공을 추가한다. 매니폴드 내부 냉각 관로는 냉각수의 접촉 면적이 넓어질 수 있도록 내부 냉각 관로를 가능한 복잡한 모양으로 가공한다. 아래 그림 3은 매니폴드의 기본 개념도이다.

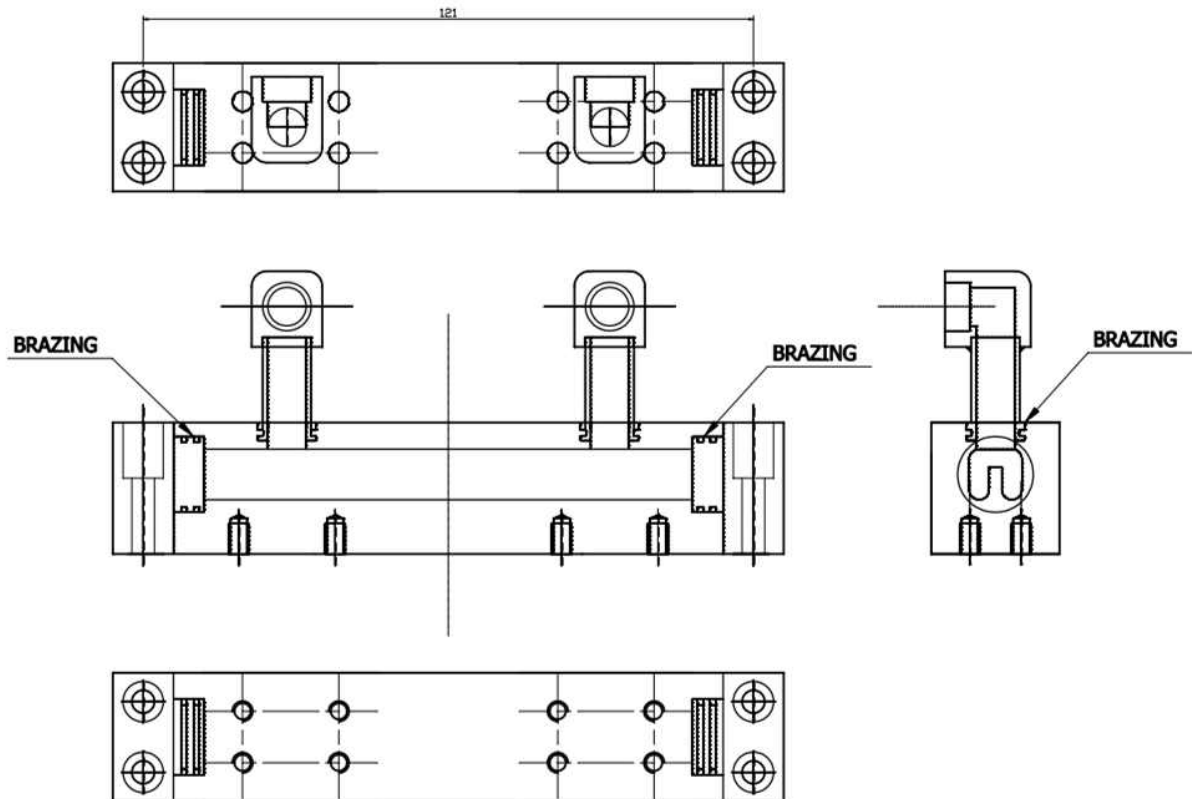


그림 3 매니폴드

- 조정 거울 제작

열 해결을 위한 충분한 두께를 가지고 E-M force를 줄이기 위한 내부 슬롯을 가지고 있는 거울 제작하고 하부에 열전달 부품을 부착할 수 있도록 가공한다. 가능한 접촉 면적이 넓게 가공하고 완벽한 접착이 되도록 한다. 수량은 2개를 제작한다. 미러와 함께 하부 구동 링크와 미러 두께가 두꺼워진 만큼 발생하는 구동 링크 부품을 포함하여 제작한다.

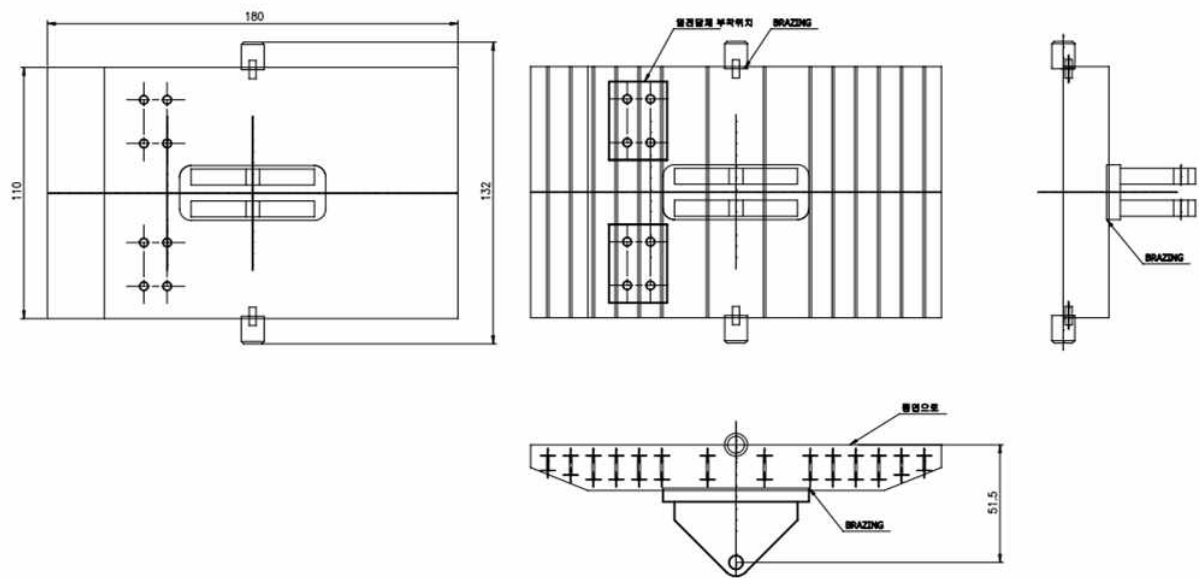


그림 4 안테나 거울 제작

- 안테나 거울 포크 수정 가공

조정 거울이 부착되는 안테나 포크에 냉각을 위한 매니폴드가 설치될 수 있도록 포크 상부에 탭 가공을 한다. 부착되는 열전달 부품의 특성이 다 조금씩 다르기에 탭은 여러 개를 만들어 열전달 부품과 거울과 연결되는 거리를 조정 할 수 있도록 한다. 이 거리 조정을 통해 거울의 가동 범위를 조정 할 수 있다.

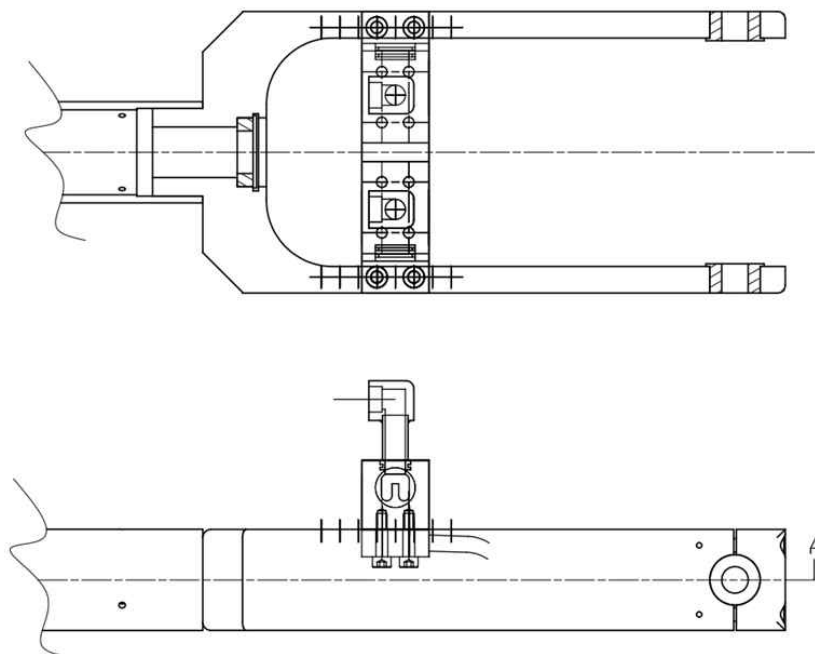


그림 5 포크 수정 가공

3) 구동부 부상 교체

거울을 구동하기 위한 샤프트에 사용되는 모든 세라믹 부싱을 교체한다. 세라믹 부싱은 Zsbn 소재를 사용한다. 대략적인 부싱의 수량은 한 대의 안테나에 약 20개 정도이며 그 크기와 모양이 대부분이 다르게 제작된다. 부싱 교체 중 손상이 쉽게 되고 부싱 제작 및 납기가 오래 걸리기 때문에 여분의 부싱을 추가로 제작해야 한다.

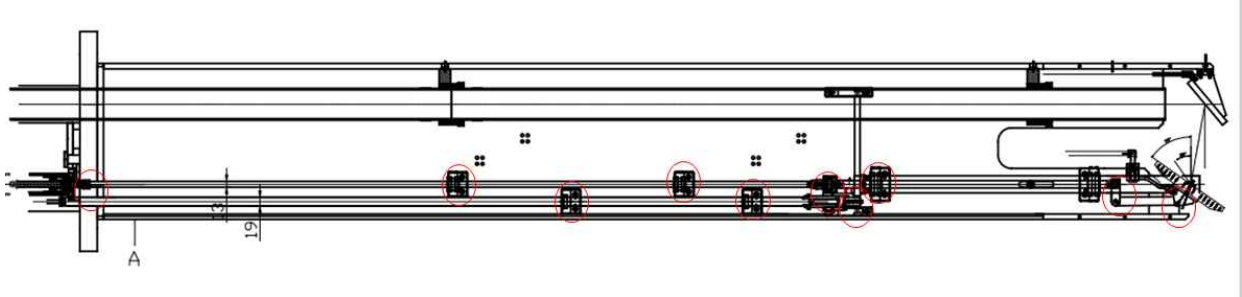


그림 6 부싱 위치 계략도

4) 현장 설치

수리를 위한 안테나가 외부 반출이 불가능 해서 현장 설치는 KSTAR 주창치실 내부에서 진행해야 한다. 주창치실 내부 출입을 위해 KSTAR 시행하는 안전교육을 이수해야 하고 작업이 완료될 때까지 작업자가 변경되지 않도록 하여 다시 안전교육을 진행하지 않도록 한다. 현장 설치 중 다른 장치와의 간섭으로 작업이 일시 중지되거나 연기 될 수 있다.

5) 현장 검사

현장 수리 완료 후 KSTAR에서 보유하고 있는 진공 챔버를 통해 수정된 냉각 배관의 누설검사를 수행한다. 누설검사는 헬륨을 사용하여 수행한다. 누설검사는 하루에 1대 정도 가능하다. 누설검사 이외에 진공 배기 상태에서 안테나 조정 거울의 가동 여부 시험을 측정한다. 손으로 구동부 회전을 시켜 확인한다. 진공 누설검사 조정 거울의 가동 범위 측정 시험 및 안테나를 비틀림 하중을 주고 구동부가 동작 하는지 구동 검사를 한다.

1.2.4. 제작 중 검사

1.2.4.1. 일반 요건

- (1) 구매자는 계약자와의 원활한 업무수행을 위하여 담당 검사자를 임명하여 구매 품목의 제작 전에 계약자의 제작공장을 방문하여 필요한 사항을 협의할 수 있다.
- (2) 계약체결 후 조속한 시일 내에 구매자가 제작 전 방문을 할 수 있도록 계약자는 구매자에게 연락하여야 한다.
- (3) 제작 전 방문은 구매자와 계약자 간 업무 편의를 위한 것으로서 제작 전 방문 시에 협의가 이뤄진 내용이 계약요건을 변경할 수 없으며 계약자의 책임을 면제할 수 없다.

- (4) 계약자는 구매자가 품질 검사점 선정에 필요한 자료 및 정보 제출의 요구 시에는 그 해당 자료를 구매자에게 제공하여야 한다.
- (1) 제작이 진행되는 동안 제품의 품질을 확인할 수 있는 재료 검사, 부분품 치수 검사, 부분품 표면 검사, 부분품 용접부 검사를 한다.
- (2) 계약자는 구매자의 입회점이나 필수 확인점에 대하여 실제 작업 최소 5일 전에 구매자의 담당 검사자에게 서면으로 입회 요청을 해야 하며 다시 2일 전에 구두로 확인해야 한다.
- (3) 입회 검사요청서에는 계약번호, 계약명, 검사품명, 검사공정, 수량, 예정 일자, 검사장소, 계약자 측 담당자 및 전화번호 등이 포함되어야 한다.
- (4) 제작, 시험, 검사에 적용하는 절차서, 도면 등은 계약요건에 따라 사전에 구매자기술부서의 검토 또는 필요하면 승인받아야 한다.
- (5) 검사과정에서 부적합사항이 발견되면 해당 작업을 중단하고 필요한 시정조치 완료 후 필요하면 구매자의 재검사를 받아야 한다.
- (6) 구매자는 검사 결과가 만족한 경우에는 승인된 품질검사 및 시험계획(필요할 때 traveller 포함)에 서명하고, 불만족한 경우에는 부적합보고서 또는 시정조치 요구서를 발행하여 부적합 품목에 대한 시정을 요구할 수 있다.

1.2.4.2. 재료 검사

계약자는 재료의 성능을 인증하는 재료 성적서(Mill sheet)로 대체한다.

1.2.4.3. 재료 사양

- (1) 계약자는 본 계약의 성공적인 완료를 위해서 필요한 모든 재료와 부품을 제공해야만 한다.
- (2) 모든 사용 재료와 부품은 장치의 용도 및 요구되는 성능 기준에 반드시 합치되거나 동등 이상의 것을 사용하는 것을 원칙으로 한다.
- (3) 계약자가 사용 재료 또는 주요 부품을 발주할 때는 발주할 자재 목록 및 명세서를 KFE에 제출하여야 하며 발주 자재가 입고된 후에는 (2) 항에 언급하고 있는 사항 등을 확인하기 위한 관련 시험 성적서나 품질 보증서 또는 품질 확인서를 반드시 KFE에 제출하여야 한다.
- (4) 관련 명세서에 언급되지 않거나 빠진 부품이나 재료의 사양에 대해서는 제작자가 임의로 결정해서는 안 되며 반드시 용도, 사양, Catalog 등 관련 자료를 서면으로 제출하여 KFE의 승인을 취득한 후 사용한다.

1.2.4.4. 부분품 치수 검사

- (1) 계약자는 기계 가공 부분품의 치수와 형상 검사를 한다.
- (2) 정밀 형판(Template)을 제작하여 측정할 수 있다.

1.2.4.5. 부분품 표면 검사

- (1) 계약자는 부분품 내외 면에 대한 맨눈검사를 실시해야 한다.
- (2) 부분품에는 표면결함(팬 곳, 이물질, 균열 등)이 없어야 한다.
- (3) 필요할 경우 구매자가 정밀 표면 검사를 요구할 수 있다.
- (4) 정밀 표면 검사를 시행하면 발생하는 비용은 계약자가 지급한다.

1.2.4.6. 용접부 검사

- (1) 용접부는 KFE의 감독관 재량으로 침투탐상 시험(PT) 또는 맨눈검사(VT)로 하고 꼭 필요하다고 생각되는 구조적 안전에 관련한 부분의 경우 방사선 시험(RT) 또는 초음파 시험(UT) 검사를 시행할 수 있다.

1.2.4.7. 출하 검사

- (1) 계약자는 제품을 제작공장에서 출하하려면 아래 사항에 대한 조치가 완결된 후 구매자의 출하 검사를 받아야 한다.
 - ① 출하 품목에 관련한 설계, 품질 서류의 제출 및 구매자 승인종결
 - ② 제작, 시험, 검사 관련 지적사항 종결(NCR, CAR 등)
 - ③ 품질증빙서류의 완비(각종 품질검사 및 기록서류 등)
 - ④ 계약자 품질보증확인서(Certificate of conformance) 발행
 - ⑤ 재료면 적용 기술기준에 따라 재료확인서(Certificate of compliance)
- (2) 위 사항이 완료된 후 구매자에게 출하 검사를 요청하여 그 결과가 만족하면 구매자의 검사자는 출하 승인서를 발급하며 불만족할 경우 출하를 보류할 권한을 갖는다.
- (3) 출하승인서의 발급이 선적지시를 의미하는 것은 아니며 계약서에 명시된 별도의 인도 일정 또는 구매자의 지시에 따라 선적해야 한다.
- (4) 구매자의 출하 승인이 제품의 품질 보증을 의미하지 아니하며 구매자가 출하 승인을 한 후 발견된 어떠한 품질 문제점에 대한 책임도 계약자에게 있다.
- (5) 품질증빙서류 제출에 대한 세부 요건은 구매 시방서 서류 제출요건에 따른다.

1.2.5. 제작 중 기타 사항

1.2.5.1. 작업공간 및 부품 보관

계약자는 전용 작업공간을 마련하여야 하고, 전용 작업공간은 청결을 유지하여야 한다. KFE 내에서 설치를 위해 필요한 작업공간 및 조립제품을 보관하기 위한 장소는 KFE에서 제공한다. 단, 제품 보관을 위한 보양 작업은 계약자가 제공한다. 이를 위해 아래와 같은 지시 사항을 준수한다.

- (1) 전용 작업공간은 칸막이 등으로 분리하고 관계자 외 출입을 금한다.
- (2) 포장, 보관, 개봉은 전용 작업공간 내에서 이루어지도록 한다.
- (3) 이 외전용 작업장 관리수칙은 KFE와 협의하여 결정한다.
- (4) 모든 자재는 건물 내에 보관하여야 하며, 우천에 노출되지 않게 보관한다.
- (5) 부품은 가공 및 세정 후 비닐로 봉합하고 건조제를 투입하여 온도와 습도가 잘 관리 되는 장소에 보관한다.
- (6) 표면 처리된 부품은 작업 중 표면에 손상이 생기지 않도록 보관한다.
- (7) 표면에 손상이 생겼을 경우 계약자는 기준값을 만족하도록 표면 처리를 다시 하여야 한다.

1.2.5.2. 제작 공차

제작 공차는 도면 일반적인 기계 가공 공차인 1/100 mm 이내로 하는 것을 원칙으로 하고 도면 작성 단계에서 KFE와 협의하여 결정하고 승인된 도면과 같이한다.

1.2.5.3. 표면 처리

알루미늄의 경우 아노다이징, 일반 부식이 생길 수 있는 재료의 경우 도금, 또는 도장 작업을 수행한다. 특수한 경우 KFE와 협의하여 제외할 수 있다. 이외 제작 방법에서 명시된 내용이 있으면 그 내용대로 표면 처리한다.

1.2.5.4. 접합

용접 접합이 발생하면 TIG 용접을 기본으로 진행한다. 진공 내부에 노출되는 용접은 특성을 생각하여 용접 방향 방식을 결정하고 KFE와 협의한다. 이 외에 다른 접합 (브레이징, 레이저, E-beam 용접 등)이 필요할 경우 KFE와 협의하여 진행한다.

1.2.5.5. 작업자

- (1) 계약자는 본 계약의 작업을 수행하기 위해서 모든 작업자에 대한 교육 및 훈련한다.
- (2) 작업자는 본 계약과 유사한 작업의 경험이 있어야 한다.

2. 특허권 및 소유권

- (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.
- (2) 본 계약에 의거 계약자가 공급한 기자재(Know-How 포함)가 KFE를 상대로 특허권 분쟁이 야기되었을 때, 이에 대한 모든 비용 및 손해는 계약자가 부담한다.
- (3) 계약자(하도급자 포함)는 본 사업의 수행과정에서 반출된 도면 및 기술자료, 습득한 모든 사항 지식을 KFE의 사전 승인 없이 국내외 다른 Project에 임의로 사용하거나 반출할 수 없으며, 이에 따라 야기된 모든 사항 문제에 대해서는 계약자가 모든 책임을 진다.

2.1. 책임

계약자는 본 문서에서 언급한 내용에 일치하는 “KSTAR ECH 안테나 거울, 냉각방식 변경 및 수리” 업무를 수행하면서 다음과 같은 책임이 있다.

- (1) 계약자는 “KSTAR ECH 안테나 거울, 냉각방식 변경 및 수리”와 관련된 모든 사항에 대해 본 문서에 따라 설계, 제작, 설치 및 시험, 검사를 수행하고 제작 결과와 성능에 대한 품질보증책임이 있다.
- (2) 계약자는 서류 제출요건에 명시된 문서를 정해진 기간 내에 제출하여 KFE의 승인을 받아야 하는 책임이 있다.
- (3) 계약자는 발주자가 작성한 기본설계를 근거로 제작에 필요한 모든 상세설계 및 제작도면을 작성하여야 하는 책임이 있다.
- (4) 제품의 제작 도중 또는 제작이 완료된 후 KFE에서 실행하는 각종 시험 결과 및 설치에 따른 문제점이 발생하면 제품을 가공 수정 및 교정 작업을 할 수 있으며 수정과 교정에 발생하는 비용에 대해서는 계약자가 부담한다.
- (5) 계약자가 계약된 내용 일부를 제삼자에게 하도급 하고자 할 때는 발주자의 승인을 받아야 한다. KFE 승인을 받아 하도급 한 후 하도급자의 폐업 등의 문제가 발생하면 계약자가 모든 책임이 있다.
- (6) (5) 항과 관련하여 하도급 한 경우에도 본 계약조건은 같이 하도급자에게 적용되며, 계약자는 하도급자가 수행한 업무에 대하여 모든 책임을 진다.
- (7) 납품 전 계약자는 부품시험 및 검사에 필요한 모든 장비나 설비, 소모성 재료를 제공하

여야 한다.

- (8) KFE에 납품에 따른 운반비용, 반입에 요구되는 모든 장비의 비용은 계약자가 전면 부담한다.

3. 안전 특기 사항

(1) 안전관리

가) 시공자는 근로자의 산업재해 예방과 건강관리를 위하여 산업안전보건법 및 KFE 안전관리 규정을 준수하고, 의무와 책임을 성실히 이행하여야 하며, 안전관리를 위한 발주자의 지시에 따라야 한다.

나) 시공자는 산업안전보건법에 따라 사업 종류별로 안전 관리자와 보건관리자를 두며, 안전 보호장비 지급계획, 안전교육 실시계획, 근로자 건강진단계획 등 법령에 의한 안전보건 활동 계획을 착공과 동시에 제출하여 승인받는다.

다) 시공자는 관계 법령에 따라 안전 관리비를 건설사업장의 산업재해 예방 및 근로자 의보건관리에 사용하여야 한다.

(2) 안전표지 및 안전 보호구

가) 시공자는 공사 현장 근로자에게 안전모, 안전화 이외에도 필요한 안전 보호구를 착용케 하여야 한다.

(3) 안전교육

가) 시공자는 현장관리자와 근로자에게 정기안전교육을 해야 하고, 신규 채용자 발생 시 또는 작업내용 변경 시에는 특별교육을 하여야 한다.

(5) 음식물 반입 금지

가) KFE 내 작업장에는 음식물을 반입할 수 없다.

4. 품질 보증 및 절차

4.1. 적용 범위

이 절은 기술시 방서에 명시된 구매 품목, 기자재 제작, 수리 또는 시공의 작업 공정에 대한 구매자의 품질검사 권한, 검사 진행요령, 계약자의 자체 품질관리 책임 등을 규정한다.

4.2. 용어의 정의

(1) 구매자 : 한국 핵융합에너지연구원(KFE) 또는 그의 위임자를 의미하며, 공사계약의 경우 발주자로도 정의함.

(2) 계약자 : 구매자에게 계약에 의거 기자재 및 용역을 공급하는 자 또는 공사계약을 체결

한 자로서 이 설명서에서는 공급자, 판매자 및 하도급 계약자 등을 포함함.

- (3) 품질 검사계획(Quality Plan 또는 Inspection & Test Plan) : 공급 품목의 구분, 작업 공정 설정, 적용서류의 명시, 검사자 입회 점 등을 포함하는 서류로서 계약자가 작성하여 작업착수 이전에 구매자의 검토를 받아야 함.
- (4) 입회 점(Witness Point) : 계약자가 작업을 진행하기 이전에 구매자에게 서면으로 입회 검사를 요청해야 하는 중요 제작 및 시험검사 단계로서 그 입회 검사 결과가 만족하다는 구매자의 확인 서명 후에 다음 공정을 진행할 수 있음. 다만 계약자가 구매자에게 입회 요청을 명확하게 하였고 구매자가 입회할 의사가 없음이 확인되면 계약자 판단하에 작업을 진행할 수 있음.
- (5) 필수 확인점(Hold Point) : 입회 점보다 더 중시되는 제작 및 시험검사 단계로서 구매자가 입회하거나, 또는 구매자가 입회할 의사가 없음을 서류상으로 확인하기 전에는 해당 작업을 진행할 수 없음.
- (6) 출하 승인서 : 구매자가 계획한 모든 입회 검사 결과가 만족하면 구매자가 계약자에게 발행하는 서류로서 제작공장에서 제품을 출하하기 위해서는 본 출하 승인서를 사전에 발급받아야 함. 출하승인서는 품질증빙서류와 같이 기자재 인도 시 구매자에게 제출되어야 하며 출하 승인서가 없으면 구매자는 기자재 인도를 거부할 수 있음. 단, 구매자의 형편에 따라 출하 검사를 생략할 수 있음.
- (7) 검사 : 어떤 품목 또는 업무가 명시된 요건에 일치하는지를 확인하기 위하여 시험, 조사 또는 측정 등을 하는 행위로서 이 부록에서는 품질검사, 입회 검사, 검사 등으로 표시됨.

4.3. 계약자 자체 품질검사 요건

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

4.4. 품질 검사계획(Quality Plan) 제출요건

- (1) (제출 및 검토) 계약자는 공급 품목(하도급 품목 포함)에 대한 제작, 수리 및 시공과 검사 및 시험공정을 자세히 기술하는 품질검사 및 시험계획(ITP)을 작성, 제출하여 제작 또는 작업착수 이전까지 구매자의 검토를 받아야 하며 구매자는 계약자 품질 검사계획에 구매자의 품질 검사점 (입회 점, 필 수확인 점)을 선정한다.
- (2) (기술기준의 준수) 품질 검사계획은 계약요건에 의해 적용되는 모든 기술기준을 준수할 수 있도록 제작 및 시험검사 공정이 설정되어야 한다.
- (3) (작성 방법) 품질검사 및 시험계획에는 최소한 다음 사항이 포함되도록 해야 한다.
 - ① 계약번호 및 계약명
 - ② 기기명, 기기 번호
 - ③ 품질검사 계획번호 및 개정번호
 - ④ 작업, 시험, 검사공정
 - ⑤ 공정별 적용서류(절차서, 도면 등) 및 개정번호
 - ⑥ 계약자 자체 입회 점 및 필 수확인 점
 - ⑦ 구매자 입회 점 및 필 수확인 점 표시란
 - ⑧ 검사 결과 확인 서명란
 - ⑨ 해당 공정의 품질보증기록 제출 여부 등
- (4) 계약자는 구매자가 품질 검사계획에 대해 승인하지 않은 상태에서는 제작공정을 진행해서는 안 된다.

4.5. 부적합사항 관리

- (1) 계약자는 제작, 시험, 검사과정에서 부적합사항이 발견되면 즉시 해당 품목의 작업을 중지하고 품질 보증 요건에 따라 처리하여야 한다.
- (2) 부적합사항의 처리 과정이 다중의 작업 공정, 검사 및 시험이 요구되는 경우 별도의 품질 검사계획서를 작성하여 구매자의 검토를 받아 시행하여야 한다.
- (3) 부적합 품목을 현 상태 사용(Use-As-Is) 또는 수리(repair)하여 사용하면 구매자의 승인을 받아야 한다.
- (4) 계약자는 구매자가 승인한 내용에 따라 필요한 조치를 완료하고 구매자의 담당 검사자로부터 종결 확인 서명을 받아야 한다.
- (5) 종결된 계약자 부적합사항보고서는 품질증빙서류에 포함되어야 한다.

4.6. 공급자 불일치사항 관리

- (1) 계약자는 계약 이행 과정 중 아래와 같은 구매 시방서 요건과 불일치상황이 발생한 경우에는 “공급자 불일치사항 처리 요청서(SDDR; Supplier Deviation Disposition Request)”를 발행하여 구매자에게 제출하여야 한다.
 - 제작된 또는 제작 중인 기자재, 용역 및 공사가 구매 계약요건에 맞지 않을 때
 - 공급자가 계약서상의 일부 내용을 변경하고자 할 때
 - 부적합사항에 대해 현 상태 사용(Use-As-Is) 또는 수리(repair) 사용 시
- (2) 계약자는 공급자 불일치사항 처리요청서가 종결되지 않은 상태에서 기자재(또는 용역 및 공사)를 출하할 수 없다.
- (3) 공급자 불일치사항 처리요청서는 부적합 사항보고서 (NCR ; Non-Conformance Report)의 처리수단으로는 가능하나 그 대체 목적으로는 발행할 수 없다.
- (4) 종결된 공급자 불일치사항 처리요청서는 품질증빙서류에 포함되어야 한다.

5. 포장, 취급, 선적 및 운송관리

- (1) 부품, 재료, 제품 포장 및 운반 등은 관련 Specification과 도면에 명기된 사항을 기준으로 한다.
- (2) 포장 상자(Box)는 지게차나 크레인(Crane)으로 들어 올릴 수 있어야 하며 이때 변형 및 파손되지 않도록 충분히 견고해야 한다.
- (3) 제작품이 포장된 상자 내에서 흔들리거나 움직이지 않도록 고정해야 하며 꼭 방수 포장해야 한다.
- (4) KFE 지정장소로 운반할 때는 반드시 포장된 도로를 이용하여야 하며 본 제작품이 충격이나 진동 등 어떠한 외부 압력도 받지 않도록 세심한 주의를 하여야 한다.
- (5) 계약자는 위 내용을 고려하여 사전에 포장 및 운반 방법을 상세히 작성한 후 KFE에 제출하고 승인받아야 한다.
- (6) 조립 현장으로 옮겨진 후 오염 또는 손상이 발생하였는지 검사하여야 하며, 이상 발견 시 다시 세척 한다.
- (7) 제작품의 부분품도 청결하고 건조한 폐쇄 공간에 보관해야 한다. (Site Condition 유지).
- (8) 설치가 완료된 후 보호를 위한 덮개를 설치한다.

6. 일정

- (1) 계약자는 계약 직후 상세 제작도면에 착수하여야 한다.
- (2) 계약자는 계약 후 3일 이내에 상세 일정표를 KFE에 제출하여야 한다.
- (3) 계약자는 계약 후 10일 이내에 설계 및 제작에 관계되는 자료와 도면을 KFE에 제출하여 승인받은 후 제작에 착수하여야 한다.
- (4) 계약자는 제작 기간에 제작공정 및 품질관리 진도보고를 KFE에서 매일 또는 매주 한 번씩 서면으로 하여야 한다.
- (5) 계약자는 계약 후 2023년 6월 30일 이전에 제작 완료하여야 한다.
- (6) 완료 일정을 제외한 다른 일정은 KFE와 협의하여 조정할 수 있다.

7. 기타

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


- (1) 계약자는 본 기술시 방서에 기술한 모든 재료, 도면, 부품, 제작, 설치, 교정, 수정 및 품질 보증, 하자 보수 등에 대한 업무를 수행하면서 적정한지에 대한 여부를 확인시킬 의무가 있다.
- (2) 모든 설계기준, 제작 방법 및 공정, 재료선정, 시험 및 품질관리 등은 관련도면 및 Specification에 언급된 사항을 기준으로 하며 계약자가 임의로 변경 적용할 수 없다.
- (3) 관련 규격과 기술 규격서에 따라서 설계, 제작, 설치 또는 검사하는 것을 원칙으로 하나, 설계 및 제작과정에서 기능상 변경이 인정되는 부분은 발주자와 충분한 사전협의를 거쳐 성능과 계약금액에 영향을 주지 않는 범위 내에서 수정할 수 있다. 계약자는 업무수행 중 업무의 내용이나 사양(Specification) 등의 변경이 필요할 경우 이에 대한 사유가 기재된 사유서를 KFE에 제출하여야 하며 이러한 내용의 승인 여부에 대해 KFE는 2일 이내에 계약자에게 통보하여야 한다. 그리고 KFE가 위와 같은 업무 내용을 변경하고자 할 경우에도 반드시 그 사유가 기재된 요청 사유서를 계약자에게 제출하여야 하며 계약자는 2일 이내에 KFE의 요청 내용에 대한 수용 여부를 문서로 회신하여야 한다. KFE와 계약자 간 합의 없이는 어떠한 사양의 변경은 불가하다.
- (4) 계약자는 KFE에서 작성한 도면 및 Specification에 언급된 모든 기술사항에 대하여 충분히 검토하여야 하며 그 검토 결과 빠진 부분, 미비한 사항, 또는 KFE에서 제시한 사항보다 우수한(성능, 수명 등) 대안이 있을 때는 제작 방안 제출 시 계약자의 의견을 이유, 변경 방법 및 내용, 장단점 등을 기술하고, 상세한 근거 자료를 첨부하여 제출하여야 한다.
- (5) 계약자는 제작 도중 또는 제작이 완료된 후 KFE에서 실행하는 각종 시험 및 검사 결과를 통해 KFE의 요구사항에 미흡하다고 판단되면 본 제품을 재가공하는 등의 필요한 수정 및 교정 작업을 수행하여야 한다.

- (6) 계약자는 본 기술서 방서의 내용을 충분히 숙지하여 설계, 제작, 설치와 사후관리를 보증기간 동안 수행하도록 하며, 제작 및 설치와 성능에 대한 품질보증책임이 있다.
- (7) 현장 작업자는 다음 사항을 준수해야 한다.
- 가공 작업을 하거나 대기할 때 가공품을 밟고 지나다니지 않아야 한다.
 - 가공품 주위에서 담배를 피우지 않아야 한다.
 - 크레인을 이용한 가공품 운반 시 가공품 표면에 흠집이 나지 않도록 주의해야 하며, 될 수 있는 대로 벨트를 사용하고 부득이 쇠고리를 사용할 때 표면을 보호할 수 있는 조치를 해야 한다.
 - 작업자가 착용하는 장갑, 신발, 작업복 등은 항상 청결히 해야 한다.
 - 작업장 주위를 청결히 해야 하며, 작업장을 주위 환경으로부터 격리해서 먼지나 다른 이물질(씻가루, 페인트 입자 등)이 들어오지 않도록 해야 한다.

(SDDR, Supplier Deviation Disposition Request)

[illegible]

붙임 2 : Document Transmittal Sheet

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

붙임 3 : 검사 및 시험계획서 표지


시공계약자 마크

검사 및 시험계획서(ITP)

Total ○○ Sheets

(with cover sheet)

품질 검사 및 시험계획서(ITP)

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

OWNER'S NAME : National Fusion Research Institute

PROJECT NAME : ○○○○○○○○○○○○○○○○○

DOC. NO. :

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

붙임 4 : 검사 및 시험계획서

○○○○○ 제작 검사 및 시험계획서			공 급 자 :				ITP No.		
			과 제 명 : (필요 항목으로 변경기재 가능)				개정번호 No.		
			조립단계 : (필요 항목으로 변경기재 가능)				Page of		
번호	공정	검사 및 시험 종류	적용 규격 및 절차	검사주관				검사보고서 번호	비고
				시공업체		주관기관			
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									

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