

과업 지시서

제목 : 초임계헬륨순환기 베어링 설계

1. 목적

본 문서는 한국핵융합에너지연구원 (이하 KFE: Korea Institute of Fusion Energy)에서 연구개발 및 운전 중인 차세대 초전도핵융합연구장치 (이하 KSTAR; Korea Superconducting Tokamak Research)의 9kW Helium Refrigeration System(헬륨냉동기, HRS)의 초임계헬륨순환기(Circulator)의 베어링 교체 및 시운전을 위한 과업지시서이다.

- 제작자는 본 과업지시서에서 언급하고 요구하는 제반조건 및 기준을 만족시켜야 한다. 또한 요구하는 기술 능력뿐만 아니라 작업에 필요한 설계, 구매, 제조에 있어 시험 및 검사를 위한 제반 설비 등을 필히 확보하여야 한다.
- 제작자는 본 과업지시서에서 요구하고 있는 기술 사항 및 제반 기준에 대하여 KFE의 승인을 취득한 후 각각의 제 공정을 진행하여야 하며, KFE의 기술적인 요구 사항에 적극적인 협조를 하여야 한다.

2. 계약 범위

본 문서에 명기된 " 초임계헬륨순환기 베어링 설계" 업무에 대한 모든 재료 구매, 세정, 제작 및 설치, 조립, 교정, 수정 그리고 모든 검사 및 품질보증, 하자보수 등 지정장소에서의 작업 전반에 대한 모든 공정을 계약범위로 한다.

2.1 초임계헬륨기 사양

고압가스 일반제조시설에 대한 시스템 분류는 헬륨압축기 (WCS), Cold Box (CB), 분배시스템 (DB), 회수 압축기 (RC), 정제시스템 (Purify), 치환시스템 (P/F), 냉각수라인 (CW), 헬륨저장용기 (GS), 액체질소탱크 (LN₂) 및 1 kW HRS 시스템으로 구분된다. DB에는 KSTAR에 초임계헬륨을 다량 공급해주기 위한 초임계 헬륨순환기가 설치 되어 있으며 5,000/10,000hr에 한번 오버홀을 하고 있다.

아래는 초임계헬륨순환기의 도면 및 사양이 나와 있다.

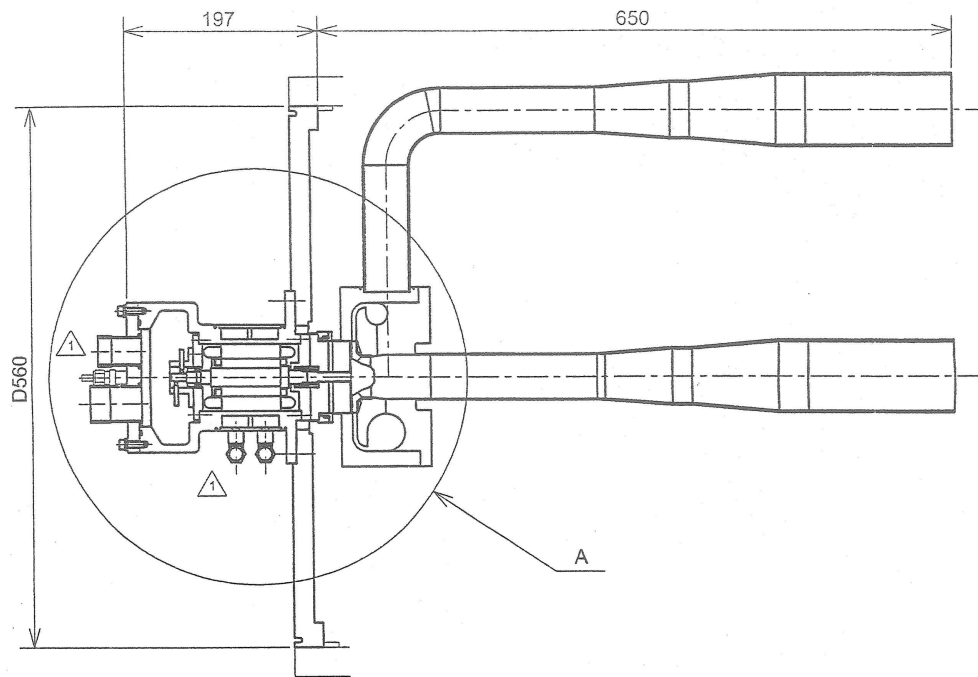


그림 1 IHI circulator 내부 도면

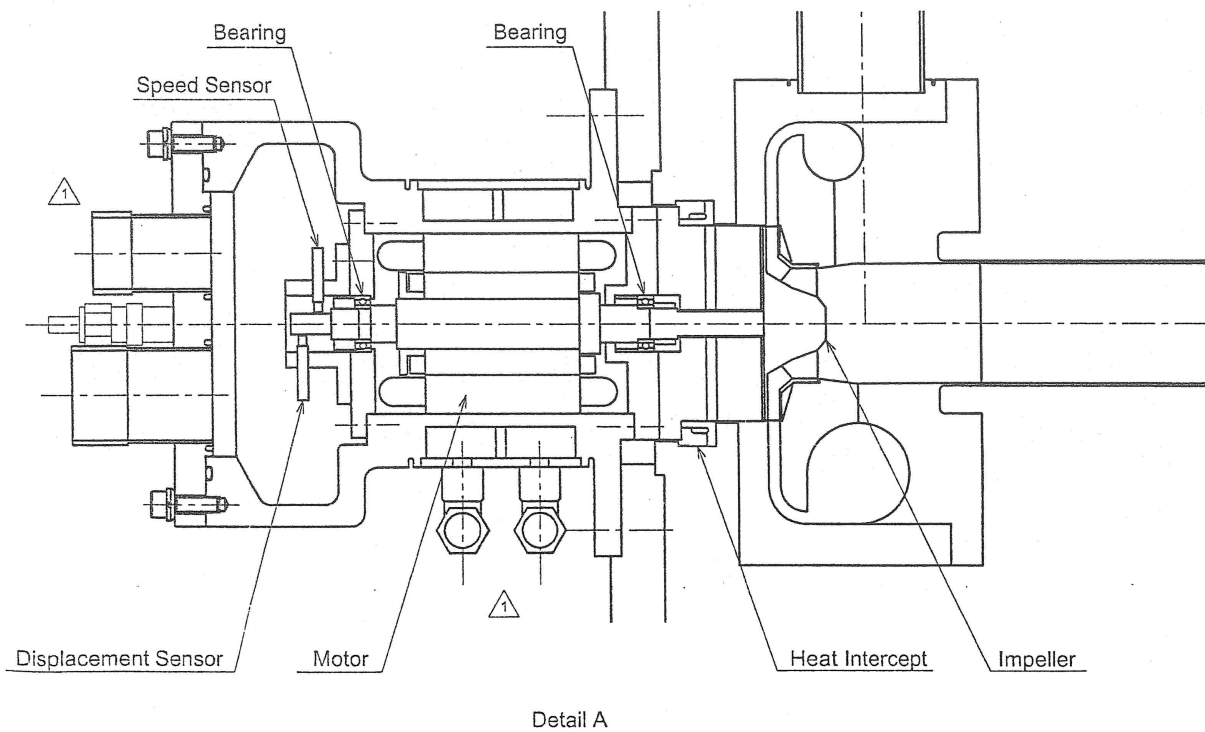


그림 2 IHI circulator 내부 도면 상세

2.2 계약자의 업무범위

계약자는 KFE에서 작성한 본 과업지시서 따라 계약 후 30일 이내에 작업에 대한 절차, 일정, 자재수급 등의 공정보고서를 제출하고 반드시 KFE 승인을 얻은 후 모든 작업을 하는 것을 기본 원칙으로 한다. 단 제

작 기간 단축 및 구매비용 절감 등을 위한 제작 관련 기본 자재는 KFE의 승인받아 사전에 구매할 수 있다.

계약자의 업무 범위는 표 3과 같다.

표 2. 계약자의 업무 범위

구 분	내 용	비 고
1. 초임계헬륨순환기 분해 검사	<ul style="list-style-type: none"> - 초임계헬륨순환기의 손상을 최소화 하도록 관련 지그 사용 - 분해 검사에 필요한 도면 사진 발주처 제공 - 분해 순서 및 조립 절차 확립 - 오염방지 대책 마련 - 분해 후 보관시 오염 최소화 	KFE 입회 및 협의
2. 축, 베어링 3차원 측정	<ul style="list-style-type: none"> - 관련 부품의 제작을 위한 3차원 측정 데이터 확보 - Foil bearing/Thrust bearing/Shaft 등의 모든 축계 측정 - 토출측 Impeller 포함 	KFE 입회
3. 베어링 제작 및 설계	<ul style="list-style-type: none"> - Foil bearing 설계 - 제작 도면 작성 - 재료 물성 데이터 확보 	Auto cad/ 3D 파일
4. 조립 및 시운전	<ul style="list-style-type: none"> - 신규 Foil 베어링 조립 절차 확립 - 오염방지 최소화 조립 작업 - 시운전 시간 : 최소 10 시간 - 내압 테스트 27bar He leak test 	KFE 입회 및 협의
5. 제출 문서	<ul style="list-style-type: none"> - 분해/조립/시험 절차서 - Impeller/모든 축계 3차원 측정 보고서 - Foil bearing 설계/제작 도면 - 재료 물성 데이터 - 시운전 결과 보고서 	파일/제본

2.3 상세 내용

현재 KFE에서 운영중인 초임계헬륨순환기는 PF/TF circuit에서 각 2기가 운영되고 있다. TF 초임계헬륨순환기는 10,000hr에 한번씩 베어링 교체등의 정기 오버홀을 수행하고 있으며, PF 초임계헬륨순환기는 그의 절반인 5,000hr에 한번씩 오버홀을 수행하고 있다. 오버홀 수행은 제작사인 IHI에서 수행하고 있다.

본 과업은 제작사인 IHI에서 수행하던 오버홀을 국내업체를 통해 진행하고자 한다. 이에 관련 기술력과 제작/설계 능력이 있는 곳에서 과업이 수행되어야 한다.

그림 3의 'Foil bearing' 설계/제작이 본 과업의 주요 업무이며, 기존 설치되어 있는 Foil bearing과 동등 이상의 성능을 내어 상온 시운전까지 완료되어야 한다.

Foil bearing의 설계/제작/시운전은 KFE와 협의하에 진행하며 기존 사양과 변경 사항이 있을때는 KFE와 협의를 통해 진행되어야 한다.



그림 3 초임계헬륨순환기 분해 사진

2.4 계약 기간

본 계약은 2023년 12월 이전에 작업이 종료되어 관련 보고서가 제출되어야 한다.

3. 검사 및 시험

본 작업은 초임계헬륨순환기 조립 완료되었을 경우, 조립부의 기밀시험에 적용된다.

1) 압력 및 누설시험 방법

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

종 별	시험방법	시험압력	시험기간
* 카트리지	헬륨누설시험	전용 측정기로 검사	-

* 헬륨누설시험은 기본적으로 아래와 같은 방법으로 진행하여야 한다.

- 진공배기 한 후 헬륨누설측정기를 사용하여 누설율을 측정하며, 헬륨 누설율은 5×10^{-10} mbar l/s 이하로 규정한다.
- 300 K 기체 헬륨을 상용압력 이상으로 가압한 후 헬륨누설검출기를 이용하여 헬륨누설율이 5.0 ppm 이하로 규정한다.

4. 일반 사항

- 1) 용역 완료 후 초임계헬륨순환기에 대한 관련 서류를 제출할 의무가 있으며, 부득이한 경우에는 계약상 대자 자체 규정에 따른다.
- 2) 계약자는 본 용역의 수행과정에서 반출된 자료 및 습득한 제반 관련 지식을 발주자의 사전 승인 없이 국내/외 타 프로젝트에 임의로 사용하거나 반출 할 수 없다.
- 3) KFE는 계약자의 제출 자료가 부적합하다고 판단 될 경우, 제3의 공인기관에 성능시험을 의뢰 할 수 있다. 공인기관의 검사결과 계약자가 제출한 자료가 부적합한 것으로 판정되는 경우 제작자는 제반비용 일체를 부담해야 한다.
- 4) KFE는 필요 시 제3의 검사기관 또는 검사원에게 감독관에 준하는 권한을 위임할 수 있다.
- 5) 본 과업지시서에서 언급하고 있는 용역의 산출물 또는 수행과정에서 계약자가 새로 습득한 기술정보는 발주처의 소유로 한다.

붙임 1 : 검사 및 시험계획서

<div style="text-align: center;"> ○○○○○ 제작 검사 및 시험계획서 </div>			공 급 자 :				ITP No.		
			과 제 명 : (필요 항목으로 변경기재 가능)				개정번호 No.		
			조립단계 : (필요 항목으로 변경기재 가능)				Page of		
번호	공정	검사 및 시험종류	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