

# ZBO 액체수소 저장 탱크 극저온 냉각시스템

2024. 9.

## 목 차

1. 업무 개요 .....	3
2. 제작 요건 .....	4
3. 원자재 사양 요건 .....	9
4. 성능 요건 .....	9
5. 식별관리(IDENTIFICATION) 요건 .....	9
6. 공정 및 제작도면 요건 .....	9
7. 시험 및 검사 요건 .....	9
8. 포장, 저장 및 운송요건 .....	10
9. 인수검사 요건 .....	10
10. 제품의 설치 .....	10
11. 품질보증 및 하자보증 요건 .....	10
12. 납기 .....	10
13. 특기 사항 .....	10

## 1. 업무 개요

1.1. 건 명 : ZBO 액체수소 저장 탱크 극저온 냉각시스템

1.2. 납품 장소 : 한국기계연구원 LNG 기계기술시험인증센터 내 지정 장소

1.3. 납품 기한 : 계약 후 120일 이내

### 1.4. 제작 업무 개요

본 과업은 한국기계연구원에서 수행 중인 「액체수소 공급시스템 핵심 기자재 개발」 사업에서 개발하는 ZBO 액체수소 저장 탱크 시제품을 냉각하기 위한 극저온 냉각시스템임

품목	수량
Cold box vacuum chamber (incl. top flange)	1
Cryogenic helium blower	1
Vacuum jacketed pipe	3

기술 명세서의 적용 순위는 다음과 같이 설정함

가. 본 명세서 (기술 사양, 구성, 수행 방법 등)

나. 참조 제작도면

다. 감독자 기술 협의

위 명세서 간의 불일치 사항과 변경 사항은 일체 발주자(한국기계연구원 발주부서 감독원)의 조정/결정에 따름

### 1.5. 용어의 정의

가. '발주자'라 함은 한국기계연구원과 부서 감독원을 의미

나. '계약자'라 함은 발주자와의 계약에 따라 ZBO 액체수소 저장 탱크 극저온 냉각시스템 제작을 수행하는 주체를 의미

다. '감독원'이라 함은 본 역무에 대한 업무를 총괄 감독하는 발주자가 임명한 과제 참여 또는 수행 직원을 말하며, 계약상의 감독이나 준공감독원의 지위를 가짐

가. 기타 이 제작 및 설치 명세서에 사용되는 용어 중 해당 명세서에서 언급되지 않은 용어의 정의가 필요한 경우에는 상호 협의 후 감독원의 해석과 결정에 따름

## 2. 제작 요건

### 2.1. 재질

- 가. Cold box vacuum chamber: KS STS304 또는 동등 이상의 재질
- 나. Cold box top flange: KS STS304 또는 동등 이상의 재질
- 다. Piping in cold box: KS STS304 또는 동등 이상의 재질
- 라. Vacuum jacketed pipe: KS STS316L 또는 동등 이상의 재질

### 2.2. ZBO 액체수소 저장 탱크 개요 및 제작 요건

- 가. ZBO 액체수소 저장 탱크의 내조에는 수소가 액체 상태로 저장되며, 액체 상태 수소는 외부로부터의 열 유입으로 수소 증발 기체(boil-off gas, BOG)가 발생. 증발 기체를 최소화하기 위해 저장 탱크의 단열 수준을 높여 증발량(boil-off rate, BOR)을 줄이는 노력이 이루어져야 하며, 증발 기체에 의한 수소의 손실을 원천적으로 없애기 위해서는 고도의 단열 기술과 더불어 이를 응축시켜 증발 기체의 발생에 의한 액체수소의 손실을 막기 위한 냉각시스템이 갖춰져야 함
- 나. 극저온 냉각시스템은 상기 ZBO 액체수소 저장 탱크 내에 설치되어 있는 열교환기에 20 K 이하의 헬륨을 공급하기 위한 것으로, 극저온 환경을 조성하는 극저온냉동기와 헬륨을 순환시키는 헬륨 순환 시스템, 열교환기, 극저온 밸브, 안전밸브, 코리올리 유량계 및 각종 센서(극저온 온도 센서, 압력계)로 구성됨
- 다. 극저온 냉각시스템은 추후 확장성을 고려하여 극저온냉동기 2대를 설치하도록 구성되어야 하며, 헬륨 순환 시스템과 열교환기, 밸브를 연결하는 배관은 극저온냉동기 1대분에 한함. 다만, VCR fitting을 사용하여 극저온냉동기를 추가로 설치했을 때 대응이 가능하도록 확장 인터페이스를 마련할 것. MLI (multi-layer insulation) 단열재를 사용하여 제작하여야 함
- 라. 극저온냉동기 (AL630, CRYOMECH) 1대는 발주자가 공급
- 마. ZBO 액체수소 저장 탱크와 극저온 냉각시스템은 총 3개의 진공 단열 배관으로 연결되어 [\[그림2\]](#)와같이 열전달유체인 헬륨에 의해 간접 냉각되는 방식임
- 바. 진공 단열 배관의 양 끝은 1/2 inch-bayonet 인터페이스를 갖춰야 하며 단열 배관

역시 MLI 단열재를 사용하여 제작해야 함

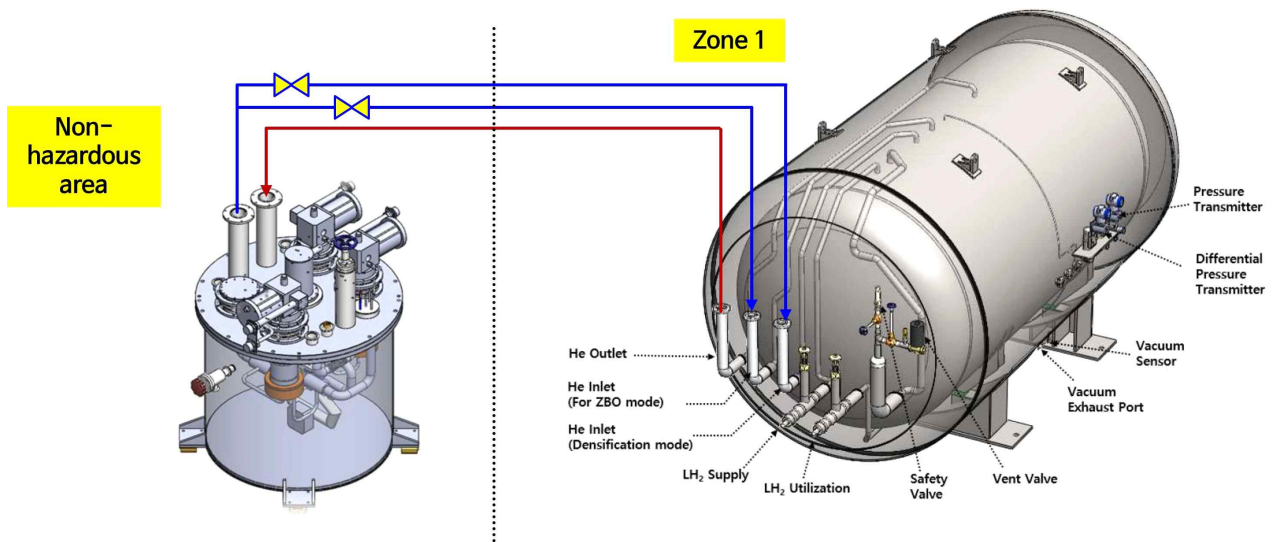
- 사. 극저온 냉각시스템과 진공 단열 배관은 상기에 명시한 것과 같이 MLI 진공 단열 방법이 필수적임. 다만, 수소가 아닌 극저온 유체를 사용하는 극저온 냉각시스템에서 일반적으로 사용하는 (액체헬륨 포함) 폴리이미드 재질 기반의 MLI는 내조에서 수소가 누출되는 사고가 발생했을 때 문제가 발생할 수 있어 사용이 불가함으로 이에 대한 적절한 대안을 반드시 제시하여야 함
- 아. 각종 센서(극저온 온도 센서, 압력계)의 설치 위치와 개수는 발주자와 협의를 통하여 결정하며, 비 방폭 구역에 설치되는 것이므로 방폭 인증과는 무관함
- 자. ZBO 액체수소 저장 탱크의 상세 사양은 [표2], 공정 배관도는 [그림3]과 같으며, 본 제작 건에서 대상으로 하는 극저온 냉각시스템 및 진공 단열 배관의 요구 사양은 [표3] 그리고 공정 배관도는 [그림4]와 같음
- 차. 진공 단열 배관은 냉각에 따른 수축이 발생할 수 있으며, 설치에 따른 단차가 발생할 수 있으므로 이를 보완할 수 있도록 flexible bellows 등을 포함하여 설계해야 함
- 카. 본 제작품은 ZBO 액체수소 저장 탱크와 함께 한국기계연구원 LNG 기계 기술 시험 인증센터 내 지정 장소에 설치될 예정으로, 진공 단열 배관의 정확한 치수는 관계자와 협의 후 결정되어야 함. 그 외의 사양은 발주자의 승인을 얻은 후 적용

[표 2] ZBO 액체수소 저장 탱크 사양

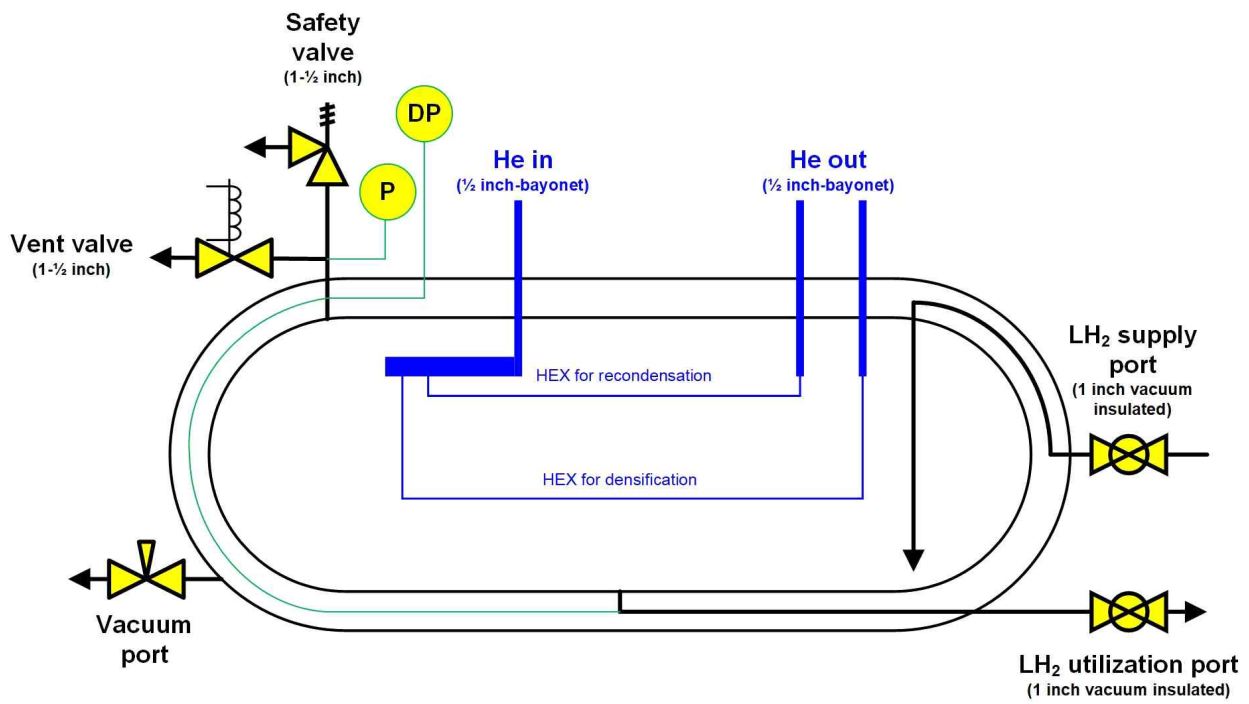
구분	규격	비고
형식	극저온 고압/고진공 저장 탱크	
사용 유체	액체수소	
내용적	7,700 ℓ	7 m <sup>3</sup> 급
수량	1	
설계온도	< 20 K	
설계압력	0.5 MPa.g	
크기	2.2 m (O.D.) / 4.5 m (L)	수평형
재질	Vacuum chamber: STS304 Internal reservoir: STS316	
단열방식	MLI 진공 단열	
진공도	< $9 \times 10^{-5}$ mbar	
헬륨 누설률	< $3 \times 10^{-9}$ mbar·L/s	

[표 3] 극저온 냉각시스템 및 진공 단열 배관 제작 요구 사양

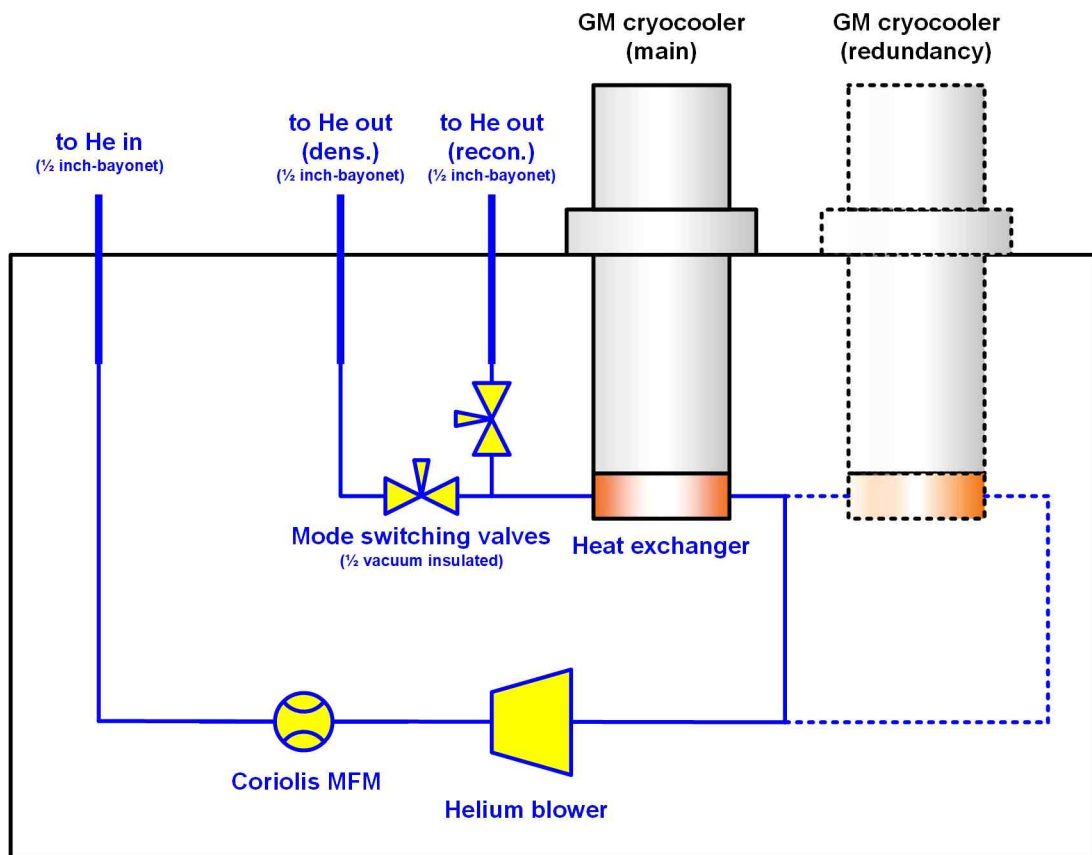
구분	규격	비고
극저온 냉각시스템	형식	고진공 저장 탱크
	극저온냉동기	AL630 (CRYOMECH)
	열교환기	전열량 > 100 W
	헬륨 순환시스템	유량 > 5 g/s
		최대 수두 > 100 m
		운전 온도 18~22 K
		운전 압력 < 10 bar
	재질	STS304
		MLI 진공 단열
	진공도	< $9 \times 10^{-5}$ mbar
	헬륨 누설률	< $3 \times 10^{-9}$ mbar·L/s
	수량	1
진공 단열 배관	형식	이중 진공 단열 배관
	길이	~ 6 m
	지름 및 인터페이스	1/2 inch-bayonet connector
	재질	STS316L
	단열방식	MLI 진공 단열
	진공도	< $9 \times 10^{-5}$ mbar
	헬륨 누설률	< $3 \times 10^{-9}$ mbar·L/s
	수량	3



[그림 2] ZBO 액체수소 저장 탱크와 극저온 냉각시스템의 설치 예시



[그림 3] ZBO 액체수소 저장 탱크의 공정 배관도



[그림 4] 극저온 냉각시스템의 공정 배관도



### 3. 원자재 사양 요건

- 3.1. 작업에 사용되는 재질은 제공한 도면에 기술된 것과 같아야 함. 도면에 기술되지 않은 부품의 재질은 구매자의 승인을 얻은 후 사용해야 하고, 모든 재질 및 부품은 신품을 적용해야 함
- 3.1. 계약자는 작업에 사용되는 아래 부품의 재질에 대한 재질 증명서(Mill Certificate)를 품질보증 서류의 일부로 제출해야 함
- 가. Cold box vacuum chamber: KS STS304 또는 동등 이상의 재질
  - 나. Cold box top flange: KS STS304 또는 동등 이상의 재질
  - 다. Piping in cold box: KS STS304 또는 동등 이상의 재질
  - 라. Vacuum jacketed pipe: KS STS316L 또는 동등 이상의 재질

### 4. 성능 요건

- 4.1. 제작이 완료된 탱크는 본 설명서상에 기술된 성능을 만족해야 함

### 5. 식별관리(IDENTIFICATION) 요건

- 5.1. 계약자는 기기 식별이 쉽도록 다음 사항이 포함된 내부식성 재질의 명판(NAME PLATE)을 설치해야 함
- 가. 명칭 및 상표
  - 가. 기기 번호 (ITEM NO)
  - 나. 규격 (재질, 크기, 내용적, 설계온도, 설계압력, 제작 연월일)

### 6. 공정 및 제작도면 요건

- 6.1. 과업 착수에 앞서 공정표를 작성하고 감독원에게 제출하여야 함
- 6.2. 저장 탱크 제작에 착수하기 전 저장 탱크의 최종 도면(2D도면, P&ID, 3D도면 전자파일)을 감독원에게 제출하여 승인받아야 함

### 7. 시험 및 검사 요건

- 7.1. 시험 및 검사 일반

가. 시험은 제작 사양서에 명시되었거나 필요한 단계에서 반드시 행하고, 그 결과를 감독원에게 보고하여야 함. 다만, 관련 기관으로부터 자체 검사 결과를 인증받았으면 자체 시험성적서를 제출하여야 함

나. 검사는 제작 사양서에 명시되었거나 필요한 단계 또는 감독원이 지정한 공정에 도달하였을 때 감독원의 검사를 받아야 함

## **8. 포장, 저장 및 운송요건**

8.1. 제작이 완료된 탱크는 운반 및 보관하는 동안 기기가 손상을 입지 않도록 적절한 보호 조치를 취해야 함

## **9. 인수검사 요건**

가. 육안 검사 : 외관의 상태 검사

나. 치수 검사 : 제작 전 제출 도면과 치수 일치 여부

## **10. 제품의 설치**

10.1. 제작 제품의 설치는 업무에서 제외함 (한국기계연구원 지정 장소에 납품)

## **11. 품질보증 및 하자보증 요건**

11.1. 계약자는 발주자가 기기의 품질보증을 위해 필요하다고 인정되는 제반 요구사항에 대해 바로 응해야 함

11.2. 하자보증기간은 기기 납품 후 12개월로 하며, 이 기간에 성능상의 결함이 발생하면 계약자는 이를 시정해야 함

## **12. 납기**

12.1. 납기는 계약 후 120일 이내로 함

## **13. 특기 사항**

13.1. 계약자는 당원의 사전 승인 없이 본 제작 업무의 일부 또는 전부를 타 업체에 양도 또는 아래도급할 수 없음

- 13.2. 계약자가 제출한 서류에서 허위 사실이 입증되면 당원의 결정에 따라 계약을 취소할 수 있으며, 취소 전까지 진행된 과업에 따른 금전상의 손해는 당원이 책임지지 않음
- 13.3. 대관청 인허가 업무는 당원 명의로 계약자가 대행하여 수행함. 제작된 특정 기기의 현장 시험검사에 필요한 대관청 인허가 업무는 계약자가 직접 수행하며, 사전에 통보하여야 함. 대관청 인허가 업무에 드는 제반 경비는 모두 계약자가 부담함
- 13.4. 계약자는 저장 탱크 설치에 필요한 인허가 서류 중 본 과업의 탱크 제작과 관련된 서류를 납품 전 감독원에게 제출하여야 함
- 13.5. 일반 사양서, 특수 계약조건 및 기술사양서, 그리고 제작 업무 수행 중의 당원의 지시 사항이 미비 또는 부합되지 않을 때는 상호 협의하여 수행하며, 최종 결정은 당원의 해석에 따름
- 13.6. 본 과업의 수행을 위해서 당원이 계약자에게 제공하는 모든 자료 및 계약자나 아래도급 업체에 의해 생산되어 당원에게 제공하는 모든 자료는 당원의 허가 없이 타 용도로 사용되어서는 안 되며, 대외비로 취급하여야 함. 만일의 분실 또는 외부로의 누출 시 발생 되는 모든 책임은 계약자에게 있음. 그리고 계약자는 당원의 요구가 있을 경우, 동 자료에 대해서 당원에게 반납할 의무가 있음
- 13.7. 계약자가 현장 설치 작업 등 현장에서 수행해야 할 모든 작업에 필요로 하는 전력, 용수, 압축공기는 계약자의 요청 시 당원의 공급 가능 범위 한도 이내에서 당원이 제공할 수 있음
- 13.8. 계약자의 수행업무 중 본계약의 수행으로 인해 취득한 기술, 생산품 등의 취득 특허 등의 권리는 당원으로 귀속됨. 본계약의 수행에 필요한 특허 등의 권리 취득에 필요한 부담은 본 계약 금액 내에 모두 포함된 것으로서, 계약자가 지불해야 함
- 13.9. 당원은 계약자가 제시한 공정표를 근거로 연차별로 업무를 구분하여 제작 업무를 진행할 수 있으며, 차기 연도의 제작 업무 수행 여부는 당원의 예산확보 여부에 따라 당원이 결정할 수 있음
- 13.10. 대가의 최종 지급 : 본 제작 업무의 대가는 제작 사양서에 의거하여 제작된 최종 결과물이 당원에 납품된 후 최종적으로 지급함
- 13.11. 분쟁조정 : 본 계약과 관련된 분쟁의 조정 또는 제소는 당원 소재 상사 중재원 또는 법원으로 함
- 13.12. 서신 연락 : 본 제작 업무의 수행 중 필요한 모든 연락은 다음으로 함

가. 주소: 34103 대전 유성구 가정북로 156 한국기계연구원 탄소중립기계연구소, 에너지저장연구실, 전화: (042) 868-7204, 팩스: (042) 868-7335