

# 제작 시방서

## 1. 제작 장비명 및 규격

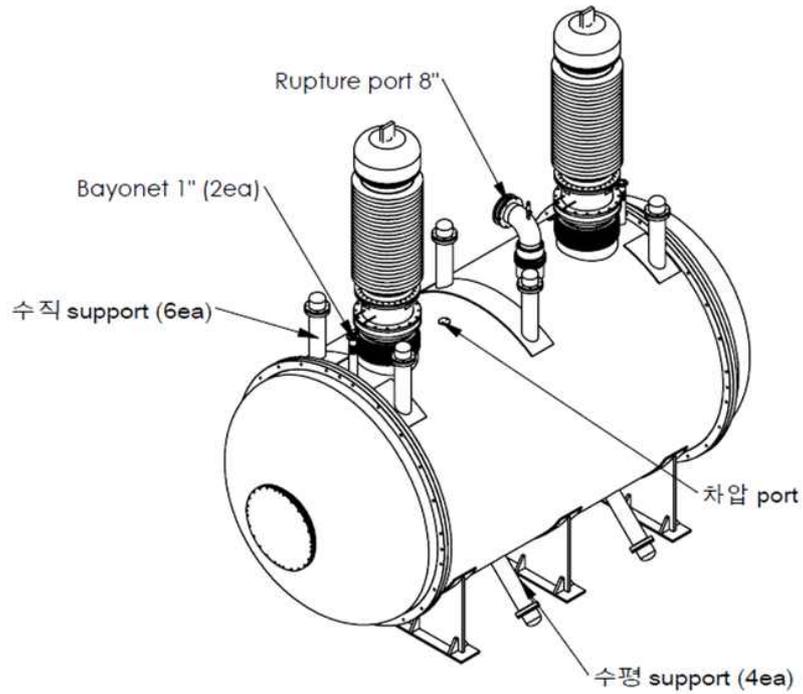
품명 및 규격 Description	단위 Unit	수량 Quantity
154 kV 초전도 한류기용 Cryostat	set	1

## 2. 용도 및 일반사항

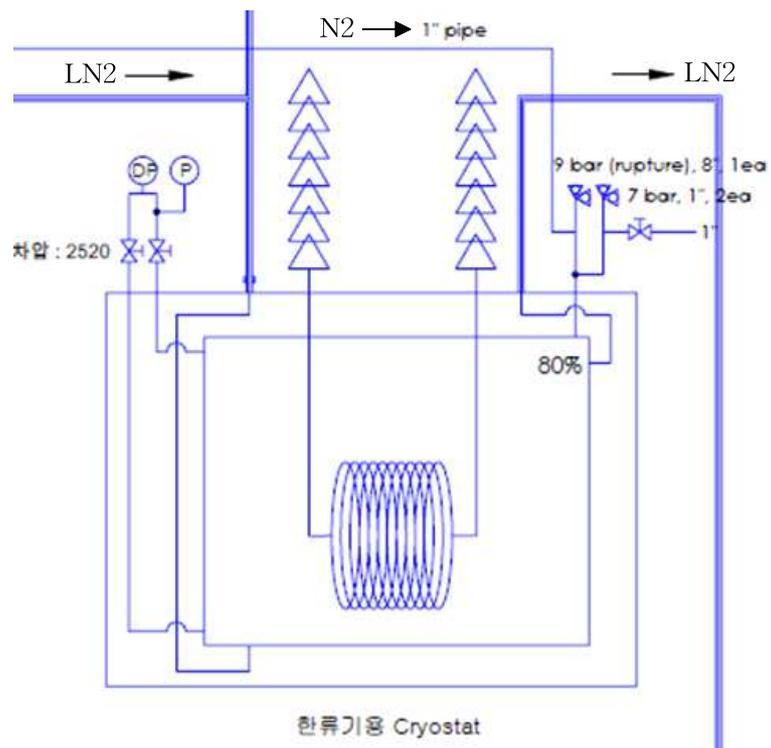
- 1) 본 장비는 초전도 한류기의 한류소자를 냉각하기 위한 저온 용기로 한류소자가 들어가는 액체질소 용기, 단열을 위한 진공용기 등 2중 구조로 되어 있고, 상부에는 한류소자에 전류를 공급하기 위한 부싱이 설치될 플랜지를 갖추고 있어야 한다.
- 2) 내부 액체질소 용기는 한류소자와 액체질소가 약 22톤의 하중을 갖고 있으며 외부 진공 용기 사이에 극저온으로 인한 열응력이 발생하므로 이를 고려하여 구조적으로 안전하고 열적으로 외부 열침입량을 최소화 할 수 있는 지지대 설계가 이루어져야 한다.
- 3) 초전도 한류소자에는 71 K의 액체질소 환경에서 154 kV, 2000 A의 고전압, 대전류가 공급된다. 따라서 이러한 극한환경에 적합한 설계가 이루어져야 하므로, 본 장비 제작에는 관련 설계 및 제작 경험이 있는 업체가 참여해야 한다.

### 3. 외관 및 Flow diagram

#### 1) 외관



#### 2) Flow diagram



#### 4. 제작 사양

##### 1) 개요

본 장비를 설계함에 있어 입찰자는 다음에 제시되는 목표 성능요건과 주요 설계요건에 맞는 기술입찰제안서를 제출하여야 한다.

##### 2) 목표 성능

본 장비의 최종 성능은 다음을 충족시킬 수 있도록 제작되어야 한다.

- 작동 온도 : 71 K
- 작동 압력 : 5 bar
- 최대 허용 작동 압력 : 10 bar

##### 3) 장비 설계 및 제작 요건

- 본 장비는 액체질소 용기, 단열을 위한 진공 용기 등 2중 구조로 되어 있고 상부에는 한류소자에 전류를 공급하기 위한 부싱이 설치될 플랜지를 갖추고 있어야 한다.
- 내부 액체질소 용기는 한류소자와 액체질소가 약 22톤의 하중을 갖고 있으며 외부 진공 용기 사이에 극저온으로 인한 열응력이 발생하므로 이를 고려하여 구조적으로 안전하고 열적으로 외부 열침입량을 최소화 할 수 있는 지지대 설계가 이루어져야 한다.
- 입찰자는 Flow diagram을 기본으로 전체 시스템이 원활하게 작동할 수 있도록 Cryostat을 제작하여야 한다. 즉, 필요한 액체질소 유량(0.5 kg/s)이 순환펌프의 성능 범위 안에서 유지될 수 있도록 입출구의 크기와 위치가 결정되어야 한다.
- Cryostat 상부에는 한류소자에 154 kV, 2000 A의 전원이 공급되는 부싱이 설치되므로 절연내력을 유지하기 위한 부싱 플랜지의 이격거리 2200 mm를 확보해야 한다.
- Cryostat의 내부는 전계가 집중되지 않도록 면 가공이 되어야 하고, 기

하학적으로도 전계가 완화될 수 있는 형상을 갖춘은 물론 용접 후 이물질에 의한 절연 파괴의 가능성이 있으므로 이를 방지하기 위한 철저한 이물질 관리가 이루어져야 한다.

- 한류기의 작동압력은 5 bar이나 한류기 작동시 액체질소의 증발로 용기 내부 압력이 급격히 상승할 수 있으므로 시스템의 안전을 위해 적절한 안전장치 및 밸브가 설치되고, 작동이 보장되어야 한다.
- 액체질소 용기는 한류소자의 크기 및 코로나링의 설치 공간을 고려하여 최소한 직경 2400 mm가 확보되어야 하며, 길이는 부상 설치 간격 및 액체질소 용기 내부의 절연거리를 고려하여 결정해야 한다.
- 액체질소 용기 지지 및 단열을 위한 진공 용기는 열침입량 및 제작성을 고려하여 크기가 결정되어야 하고 용기의 진공도는 최소한  $5 \times 10^{-5}$  Torr 이하를 유지해야 한다.
- 진공 용기와 액체질소 용기 사이에는 복사열을 차단할 수 있는 복사 차폐막이 설치되어야 한다.
- 부상을 교체하는 경우를 고려하여 액체질소 용기 내부로 작업자가 출입할 수 있도록 액체질소 용기의 한쪽 경판에 내경 500 mm 이상의 출입구를 갖추어야 하며 출입구로 인해서 진공 용기의 진공도가 나빠지거나 용기 내부의 액체질소가 누설되지 않아야 한다.
- 진공 용기의 양쪽 경판은 플랜지 형식으로 되어 용기 몸체로부터 분리 가능해야 한다.
- 액체질소 용기는 양쪽 경판이 각 2회, 즉 총 4회, 절단 및 용접이 가능하도록 설계되어야 한다.
- 본 장비는 액체질소 용기 내의 액체질소 높이 및 내부 압력이 측정 가능하도록 설계 제작되어야 한다.

## 5. 시험 및 검사 사용조건

- 1) 계약자는 납품과 관련하여 발주자가 요구하는 일체의 시험 및 검사를 계약자의 비용부담으로 수행해야 한다.

- 2) 시험 및 검사방법은 적용기준 또는 관련규격에 따라 시행하되 기준이 나 규격의 내용이 서로 상이할 경우 발주자의 의견에 따라야 한다.
- 3) 계약자는 납품 3일 전에 검수요청을 해야 한다.
- 4) 계약자는 발주자가 입회하기로 결정한 검사에 대하여 검사 시점 5일 전에 서면으로 입회 요청을 해야 한다.
- 5) 계약자가 시행하는 시험을 위한 제반장비는 계약자가 준비해야 하며, 제품 인수시험이 완료되면 계약자는 시험기록 및 결과를 기술한 공장 인수 시험보고서를 발주자에게 제출해야 한다.
- 6) 계약자는 납품 후 발주자의 요청에 따라 액체질소 용기의 절단 및 용접을 각 경판 당 2회, 총 4회를 수행하며, 이에 따른 제반 비용은 계약자가 부담한다.

## 6. 납품

- 1) 납품기간은 계약 일로부터 90일 이내로 한다.
- 2) 하기5)에 명기된 제출서류를 제품 인도 시까지 제출하여야 납품이 된 것으로 한다.
- 3) 납품완료 시까지 제품에 대한 책임과 제품 인도까지의 제반 경비는 계약자가 진다.
- 4) 계약자는 납품 시 액체질소 출입구 밀봉에 필요한 여분의 밀봉용 실(seal) 1세트를 추가 제공한다.
- 5) 납품 시 제출해야 할 서류는 다음과 같다.
  - 상온에서의 기체헬륨을 사용한 진공 총 누설검사 보고서
  - 수압시험 성적서(입회자 확인)
  - 제품 도면 및 설계데이터
  - 용기(특정설비)제조 등록증명서, 완성검사증명서 각 1부

## 7. 하자보증

- 1) 하자보증기간은 납품한 날로부터 1년으로 한다.
- 2) 하자보증기간 내에 하자가 발생한 경우에는 무상으로 수리 또는 교체하여야 하며, 수리 또는 교체한 부분의 하자 보증기간은 수리 또는 교체한 날로부터 1년 이상으로 한다.
- 3) 고장 및 사고의 원인이 설계 및 제작 결함에 의한 경우일 때는 무상으로 수리 또는 대체 제작을 하여야 하며 사고로 인한 손실은 제작자가 부담한다.

## 8. 기타

- 1) 본 사양서에 해석상의 이견이 있을 경우에는 당원의 해석에 따른다.
- 2) 본 사양에 기재되지 않은 사항은 당원의 관련규정 및 협의에 따른다.
- 3) 본 사양서에 기재된 제품을 납품하고자 하는 업체는 입찰공고 기술입찰서 제출마감 일시까지 다음의 자료 2부를 제출하여 한국기계연구원의 입찰 자격조건 심사결과 ‘적합’으로 판정된 업체만이 입찰에 참여할 수 있다.

- 기술 규격서 (주요 부품 List, 측정방법 등)
- 장비도면 (구조도, 기능 사양서, 설계 특성)
- 초전도 전력기기용 극저온 용기 납품실적 증명서