

「투과영상획득장치 수직/수평차폐형 구조물 제작」

제 작 사 양 서

사업진행	해양공공디지털연구본부 박종원(☎042-866-3831)
계약관련	구매자산실 이경주(☎070-8028-8023)

2026. 9.



한국해양과학기술원 부설
선박해양플랜트연구소

I

규격 개요

1. 납품 물품 정보

- 품명: 투과영상획득장치 수직/수평 차폐형 구조물 제작
- 수량: 1식(수직방향 1조, 수평방향 1조 및 공통 기반구조)

2. 용도 및 필요성

- 선박해양플랜트연구소는 과학기술정보통신부-관세청의 관세행정 현장맞춤형 기술 개발 2.0 연구사업인 「컨테이너 구조공간 은닉물품 적발 기술 개발」을 수행하고 있으며, 연구개발을 위한 소규모 리빙랩 투과 X선 영상획득 환경을 구축하고 있음.
- 본 제작품은 수직·수평 방향 투과 X선 영상획득을 위한 X선 발생장치 차폐하우징, 팬 콜리메이터, 영상검출기 하우징과 각 장치의 지지·이동·설치 구조물로 구성함.
- 본 제작품은 로봇암 기반 시료이송장치와 동일 정반에서 운용되므로 로봇암의 설치 위치·동작영역과 촬영영역 사이의 간섭을 방지하고, 발생기-콜리메이터-검출기의 조사축을 안정적으로 유지할 수 있도록 제작·설치하여야 함.

3. 주요 구성품

- 수평 촬영부(1조) : 수평 X선 발생장치 차폐하우징, 팬 콜리메이터, 지지프레임, 이동레일, 위치 고정장치, 수평 검출기 하우징 및 정렬구조
- 수직 촬영부(1조) : 수직 X선 발생장치 차폐하우징, 팬 콜리메이터, 상부 지지프레임, 낙하방지 구조, 하부 검출기 하우징 및 정렬구조
- 공통 기반구조(1식) : 정반 하부 베이스프레임, 캐스터·레벨링 구조, 케이블 지지·보호, 접지 및 공통 지지구조
- 기술자료 : 전체 조립도·설치도·준공도면(2D CAD, 3D CAD/STP), 세부 부품도(2D CAD), 자재명세서(BOM), 검사·정렬 결과서

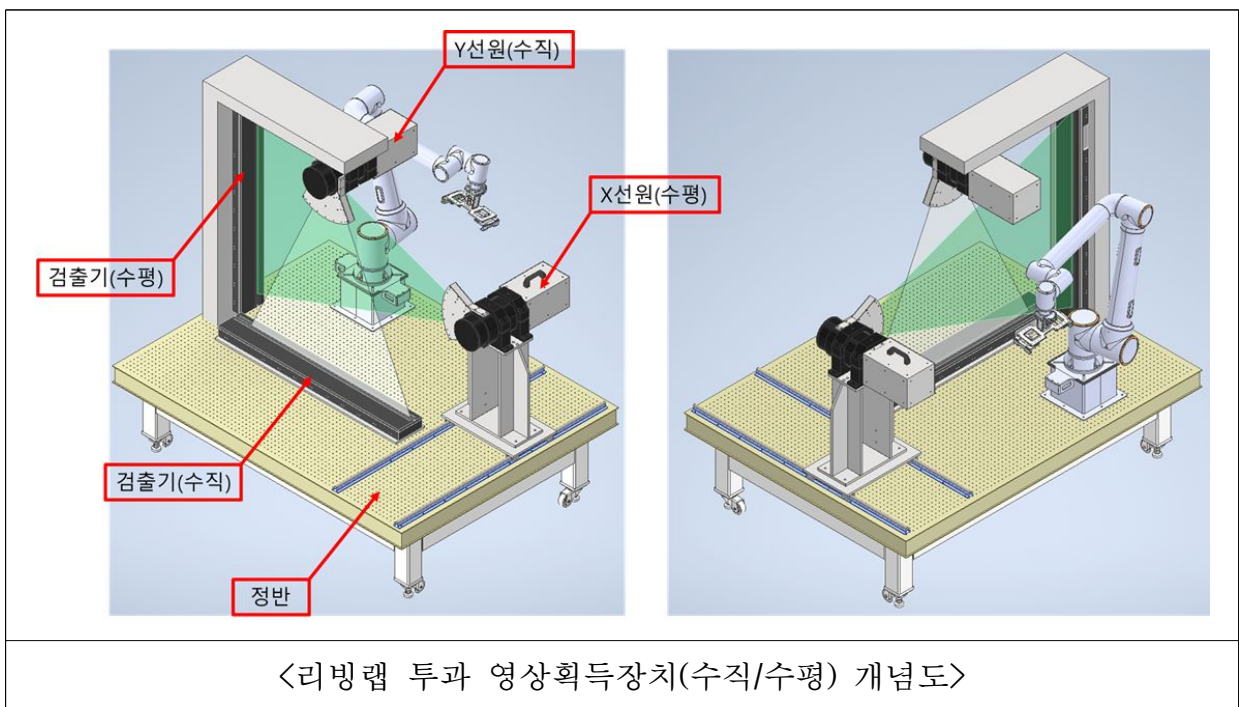
4. 성능 및 규격

가. 기본 제작 조건

- 동일 정반 위에서 수평 및 수직 방향의 투과 X선 촬영이 가능하도록 통합형 구조로 구성한다.
- 수평 촬영은 측면의 X선 발생부에서 수평 방향으로 조사하고 반대편 검출부에서 영상을 획득하는 방식으로 구성한다.
- 수직 촬영은 상부의 X선 발생부에서 아래 방향으로 조사하고 하부 검출부에서 영상을 획득하는 방식으로 구성한다.
- 수평 및 수직 검출부에는 각각 어레이형 영상검출기 13개를 일렬로 배치할 수 있도록 하며, 검출기 유효면과 팬빔 조사영역이 대응되도록 한다.
- 중앙 시료이송을 위한 로봇팔의 동작 영역에서 촬영대상물을 수평 및 수직 촬영 영역으로 이동시킬 수 있도록 작업공간과 접근성을 확보한다.
- X선 발생장치 차폐 하우징과 팬 콜리메이터는 하나의 발생부 조립체로 구성하고, 어레이형 검출기는 13개의 센서를 포함할 수 있는 검출부 하우징 조립체로 구성한다.

나. 제품 구성

- “리빙랩 투과영상획득장치 수직/수평 차폐형 구조물”은 최대 에너지 225kV 전류 13mA의 X선 발생장치에서 누설되는 X선을 차단하기 위한 차폐형 하우징과 부채꼴 형태의 1차빔을 생성시키기 위한 팬콜리메이터와 이들을 고정 및 지지하기 위한 구조물로 구성되고, 13개의 어레이형 센서를 포함하는 검출기 하우징과 이를 설치 및 고정하기 위한 지지 구조물로 구성된다.
- “리빙랩 투과영상획득장치 수직/수평 차폐형 구조물”은 수직방향 1조와 수평방향 1조로 총 2조의 영상획득용 구성품과 지지 및 이송 구조물로 구성된다.



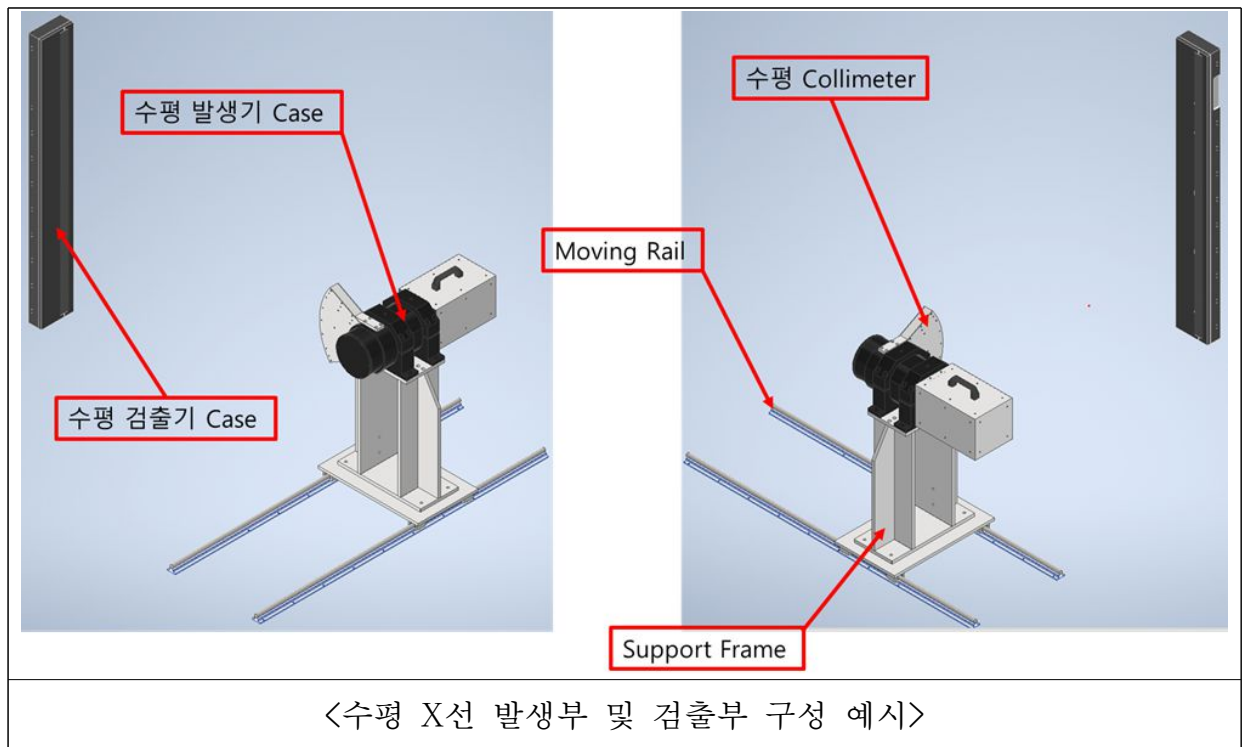
다. 기능요건

(1) 공통요건

구분	요구사항
정반 및 배치	정반 상면의 체결홀을 활용하여 수평·수직 발생부, 검출부 및 로봇팔을 설치할 수 있어야 하며, 촬영영역과 작업동선이 서로 간섭하지 않도록 배치한다.
하부 프레임	정반과 상부 설치물의 하중을 안정적으로 지지할 수 있는 구조로 제작하고, 이동 및 설치를 위한 캐스터와 높이·수평 조절용 레벨링 구조를 적용한다.
수직 지지프레임	상부 수직 발생부와 측면 검출부를 지지할 수 있는 충분한 강성을 확보하고, 사용 중 처짐이나 비틀림으로 조사축이 변하지 않도록 한다.
수평 지지프레임	수평 발생부의 지지와 좌우 이동이 가능한 구조로 설계되어야 함
조립 및 유지보수	주요 구조물은 현장 반입과 유지보수가 가능하도록 분해·재조립이 가능한 체결구조를 적용한다.

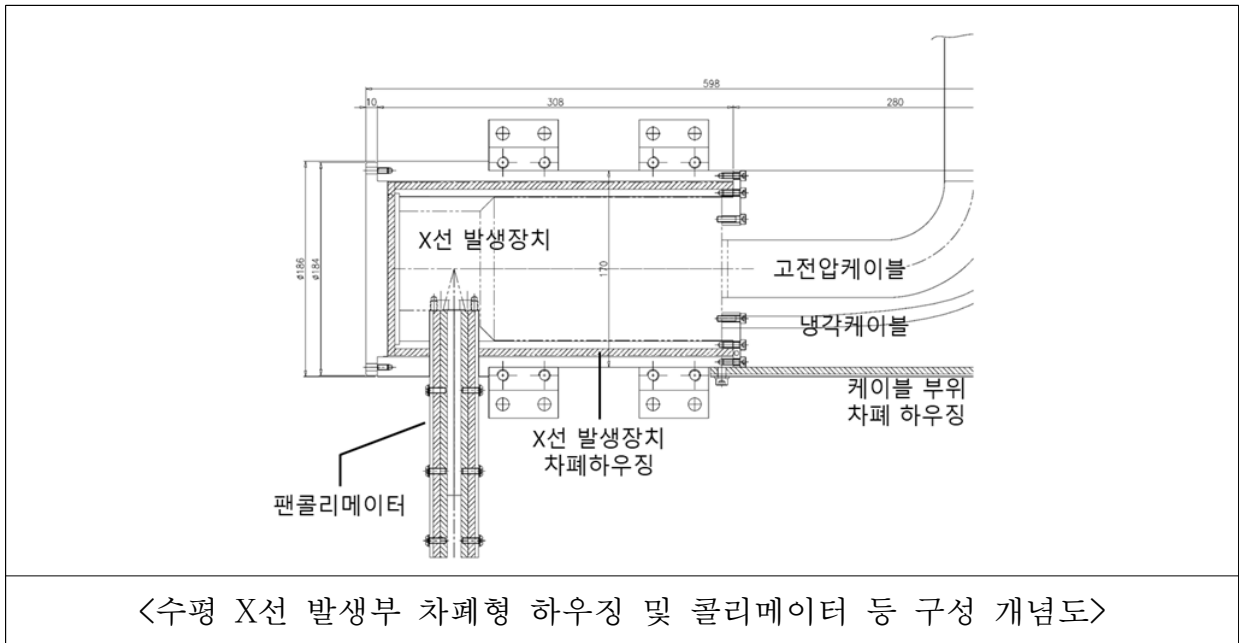
(2) 투과영상장치(수평방향)

(2)-① 엑스선 발생부



○ 수평 발생부 조립체

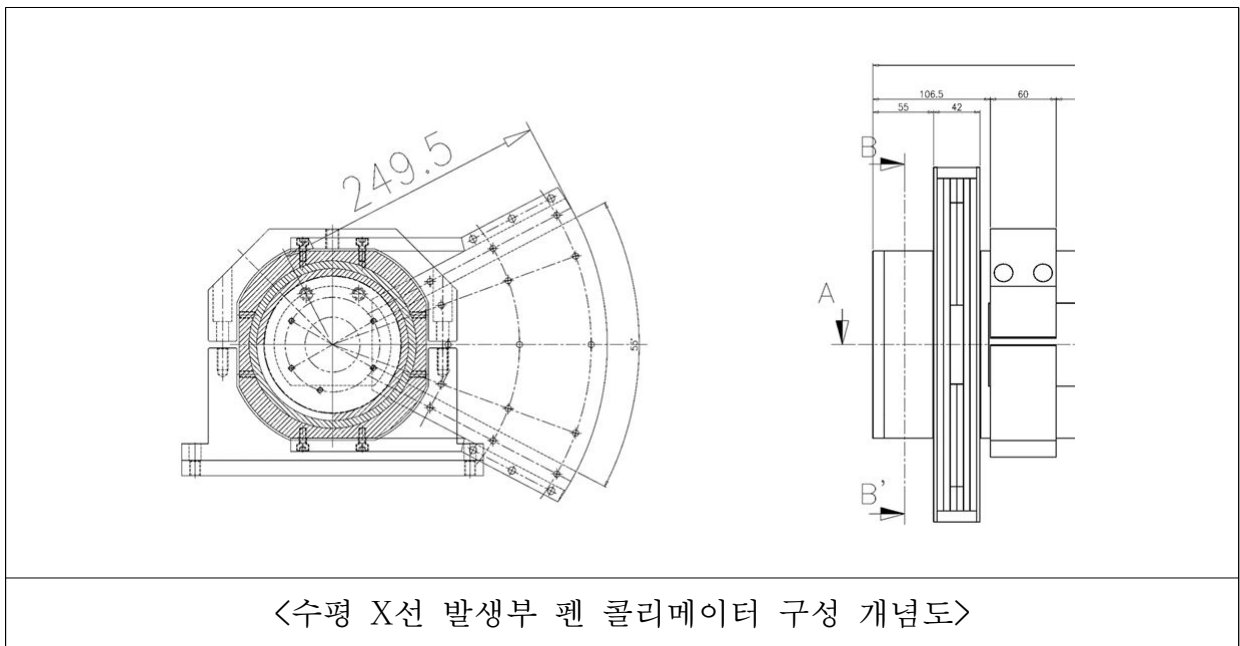
- 리빙랩 X선 발생장치 차폐 하우징과 팬 콜리메이터를 하나의 조립체로 제작한다. 발생장치는 내부에서 견고하게 고정되어야 하고, 고전압 케이블·냉각라인 등 연결부의 설치와 점검이 가능하도록 한다.



- 엑스선 발생부 차폐하우징
 - 하우징은 납 6mm로 외곽을 둘러싸는 구조로 제작하고 엑스선 발생장치와 연결되는 고전압 케이블, 냉각라인의 외부 연결이 가능한 구조로 제작되어야 한다. 고전압 케이블 및 냉각라인 부분 납 차폐체는 3mm 이상의 두께로 제작한다.
 - 엑스선 발생장치 차폐하우징과 고전압 케이블 및 냉각라인 부분 차폐체는 탈부착이 가능한 구조로 제작되어야 한다.
 - 엑스선 발생을 위한 개구부(엑스선 원점과 중심이 동일)가 존재하여야 하며 이는 팬 콜리메이터와 연결된 구조로 설계되어야 한다.
 - 지지구조물과의 연결은 손쉽게 탈부착이 가능한 구조로 설계되어야 한다.
- ※ 엑스선 발생장치, 고전압케이블, 냉각케이블 구조는 상세 설계시 발주처에서 제공함

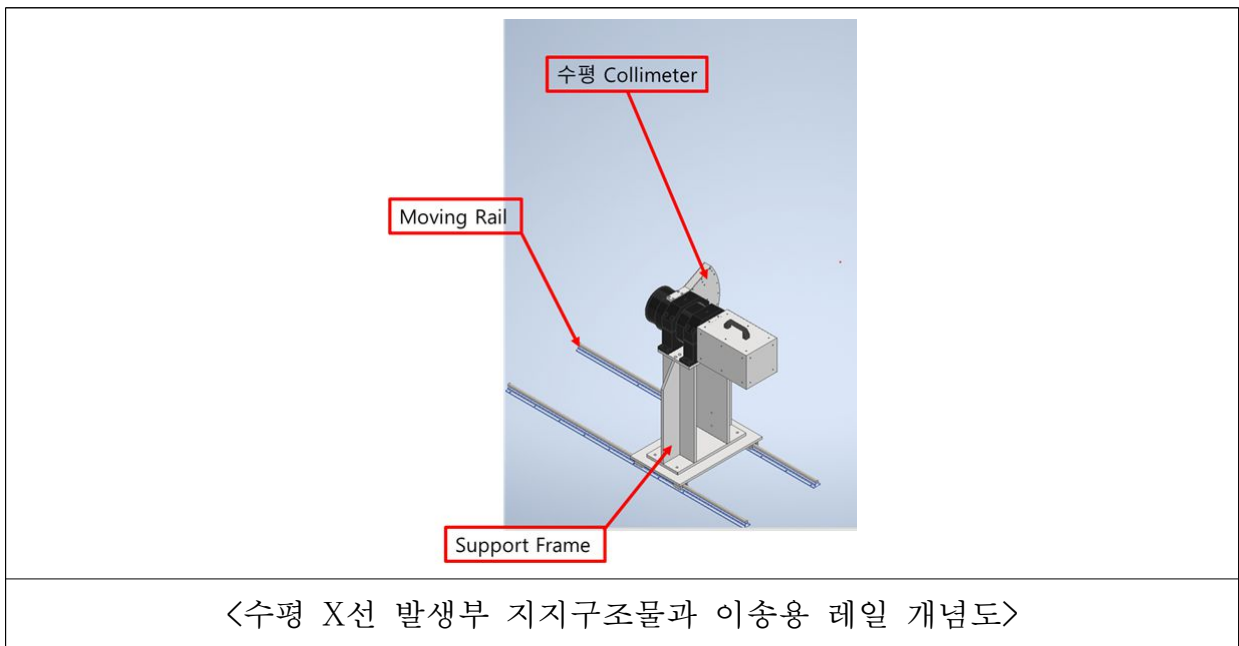
- 엑스선 발생부 팬콜리메이터

- X-선 발생장치에서 생성되는 X선은 외부로 조사되는 것을 방지하기 위하여 폭 10mm 이내의 펜형 콜리메이터 등을 활용한 빔가이드용 구조물을 포함한다. 이때 구조물 외부로 X선이 누설되는 것을 방지하기 위하여 빔 개구부 이외의 부분은 X선 차폐가 가능한 두께 10mm 이상의 납재질의 차폐 구조로 제작되어야 한다.
- 콜리메이터의 빔 경로는 수직각도는 60도, 폭 10mm로 설계하고 콜리메이터는 X선 원점을 중심으로 250mm 반경으로 제작되어야 한다.
- 콜리메이터의 끝 부분은 시료 이송장치와 물리적인 충돌시 충돌로 인한 각 장치의 충격을 완화하기 위하여 충격을 흡수할 수 있는 재질을 추가로 부착한다.

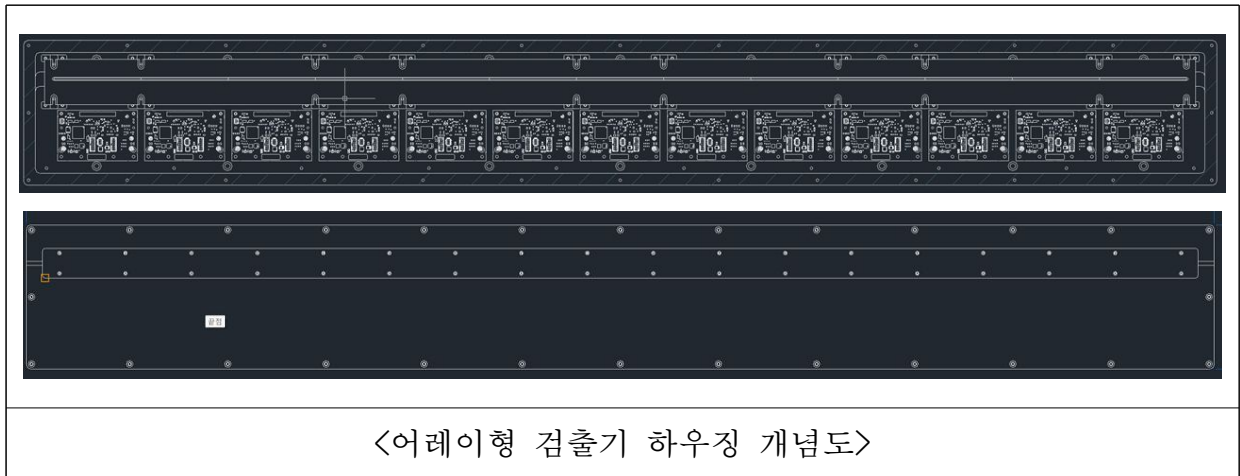


(2)-② 수평 발생부 지지구조물 및 이송부

- 지지구조물은 수평 X선 발생부 조립체의 자중과 운용 중 발생하는 하중을 안정적으로 지지할 수 있도록 충분한 강성과 강성을 확보하여 제작한다. 발생부의 조사축 높이와 방향을 유지할 수 있어야 하며, 설치 후 흔들림·처짐·비틀림이 발생하지 않도록 정반 또는 이동베이스에 견고하게 고정한다.
- 이송레일은 촬영대상물의 위치와 촬영거리에 따라 수평 X선 발생부를 좌우로 이동할 수 있도록 구성한다. 이동은 원활해야 하며, 촬영 위치에서는 별도의 고정장치를 이용하여 흔들림이나 위치변화가 발생하지 않도록 한다.
- 이송레일 양 끝단에는 이동부의 이탈을 방지할 수 있는 스톱퍼를 설치하고, 반복 설치 시 위치를 확인할 수 있도록 기준표시 또는 위치확인 구조를 적용한다.
- 지지구조물과 이송레일은 발생장치, 콜리메이터, 케이블 및 주변 구조물과 간섭하지 않도록 설계하며, 조립·분해 및 유지보수가 가능한 구조로 제작한다.



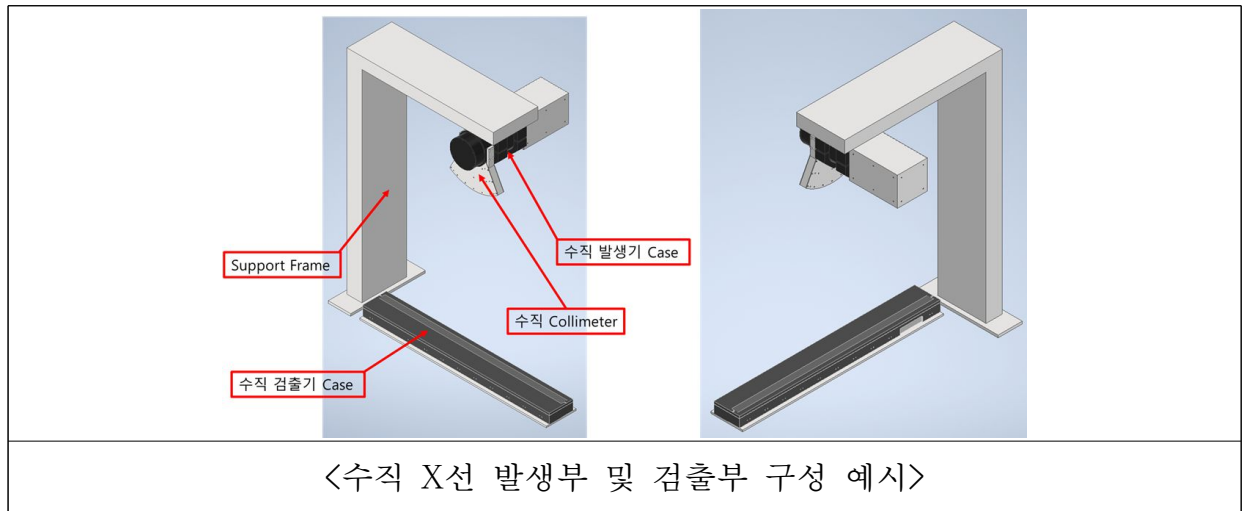
(2)-③ 엑스선 영상 검출부



- 검출기 하우징은 발주자가 제공하는 어레이형 X선 영상센서 13개와 신호처리 PCB를 안정적으로 내부에 설치 할 수 있도록 제작한다.
- 각 검출기의 유효 검출면이 동일 평면상에 위치하도록 장착 기준면과 고정구조를 적용하며, 검출기 간 간격은 비검출 영역이 최소화(접촉상태)되도록 구성한다.
- X선 입사면에는 X선 감쇠가 적은 카본 소재의 입사창을 적용하고 입사창과 금속 체결부가 검출기 유효영역을 가리지 않도록 제작한다.
- 입사창과 센서사이에 황동(혹은 이와 유사한 밀도 물질)으로 구성된 두께 15mm 이상의 센서 피치와 유사한 슬릿폭을 가지는 최종 콜리미에터를 설치한다.
- 하우징 본체는 알루미늄 재질을 기본으로 하며 외부 표면은 흑색 아노다이징 또는 동등 이상의 표면처리를 적용한다.
- 검출기 전면에는 4mm 이상의 납판을 활용한 차폐구조를 적용하고, 차폐재가 외부로 노출되거나 내부에서 이동하지 않도록 고정한다.
 - ※ 발주자가 추가차폐 요구시 협의하여 추가 차폐 구성품을 설치한다.
- 검출기와 신호처리 PCB는 금속 하우징과 직접 접촉하지 않도록 절연재 또는 스페이서를 적용한다.
- 검출기, PCB 및 케이블의 점검과 교체가 가능하도록 분리형 커버와 케이블 인출 구조를 적용한다.
- 외부 신호 출력과 제어장치와의 연결 및 전원공급을 위한 환형 커넥터 4종이 설치될 수 있도록 구성하며 동작확인을 위한 소형 LED를 설치한다.
 - ※ 커넥터 종류와 상세 정보는 상세 설계시 발주처에서 제공함
- 동일한 하우징을 수평 및 수직 방향으로 설치할 수 있도록 공통 장착면 또는 체결부를 구성한다.

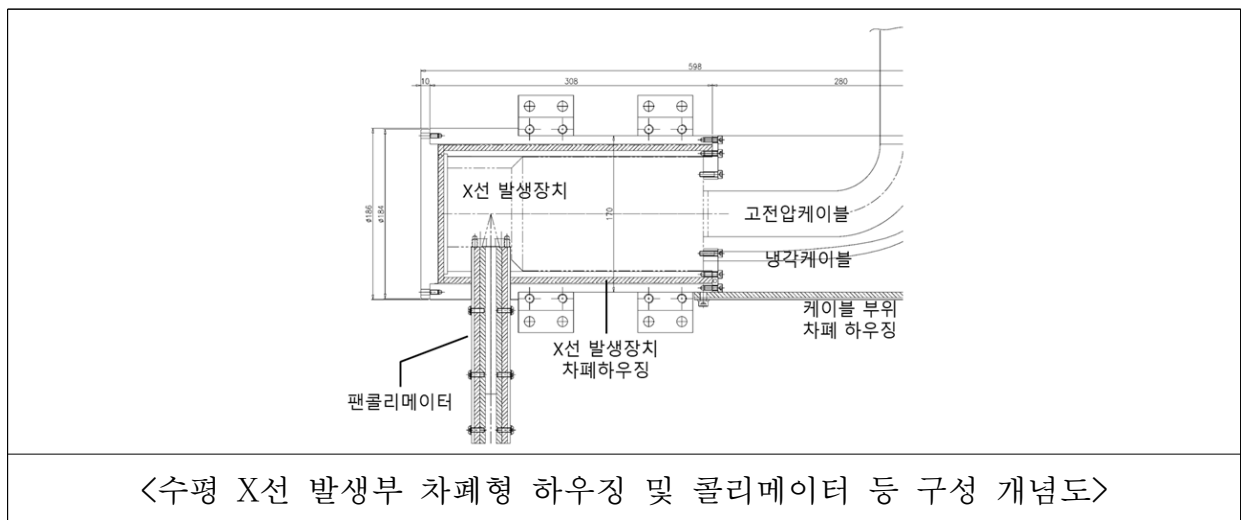
(3) 투과영상장치(수직방향)

(3)-① 엑스선 발생부



○ 수평 발생부 조립체

- 리빙랩 X선 발생장치 차폐 하우징과 팬 콜리메이터를 하나의 조립체로 제작한다. 발생장치는 내부에서 견고하게 고정되어야 하고, 고전압 케이블·냉각라인 등 연결부의 설치와 점검이 가능하도록 한다.



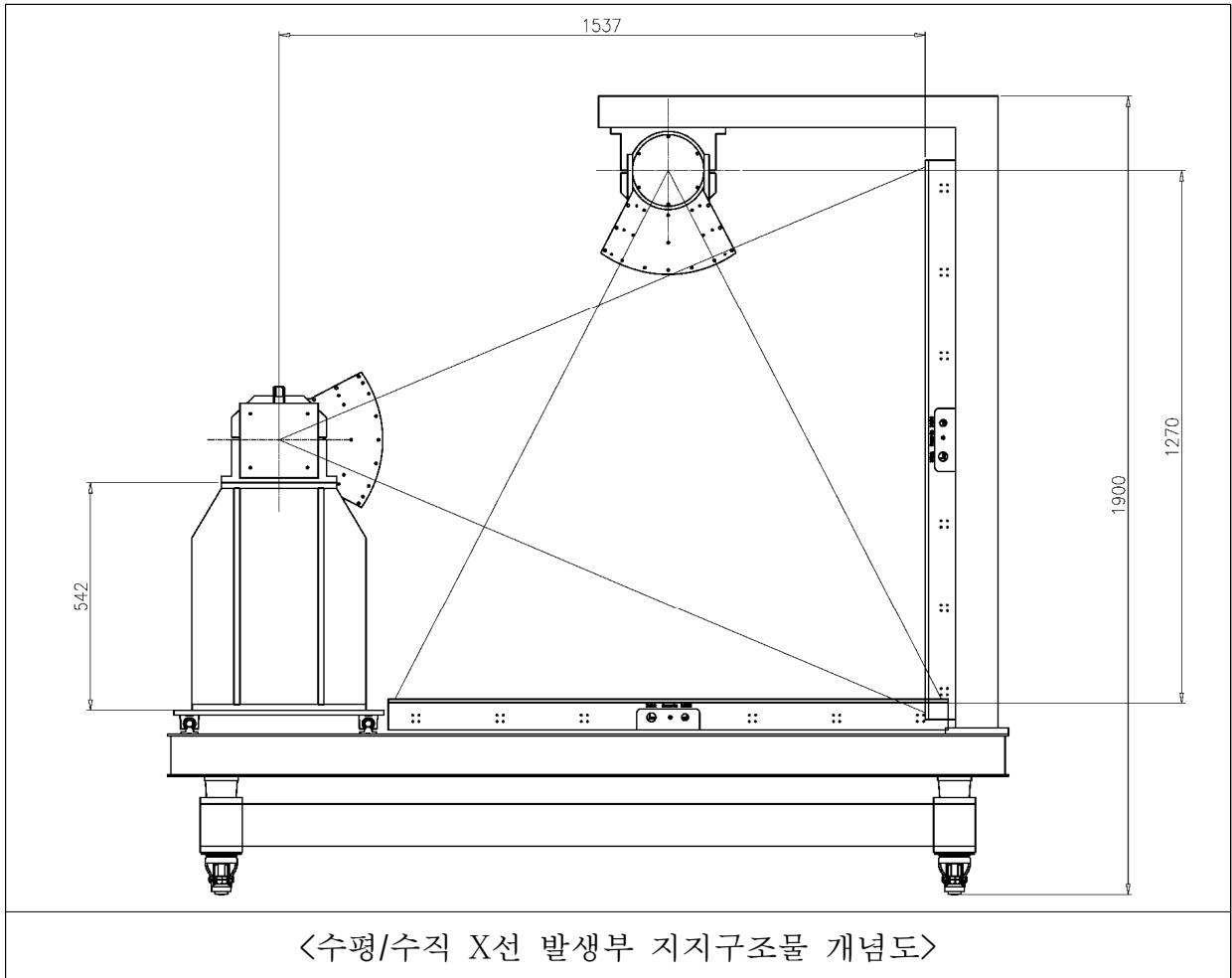
- 엑스선 발생부 차폐하우징
 - 수평방향 X선 발생부 차폐하우징과 동일
- 엑스선 발생부 팬콜리메이터
 - 수평방향 X선 발생부 팬콜리메이터와 동일

(3)-② 수평 발생부 지지구조물 및 이송부

- 구조물은 정반 상부에 설치되는 지지구조로 제작하며 상부에는 고하중(대략 100kg)의 수직 X선 발생장치 차폐 하우징 및 콜리메이터 조립체를 고정하고, 측면 수직기둥에는 수평 영상장치용 검출기 하우징을 수직 방향으로 설치할 수 있도록 구성한다.
- 전체 형상과 주요 치수는 제시 도면을 기준으로 하며, 상부 프레임 길이는 약 1,537 mm, 구조물 높이는 정반 상면 기준 약 1,270 mm, 하부 베이스프레임을 포함한 전체 높이는 약 1,900 mm로 제작한다. 세부 치수는 발주자 제공 장치의 실물과 상세도면을 확인하여 최종 적용한다.
- 상부 수직 X선 발생부는 정반 방향으로 하향 조사되도록 설치하고, 발생장치 초점, 콜리메이터 개구 중심 및 정반 상면에 설치되는 수직 검출기 중심이 동일한 수직 조사축상에 위치하도록 한다.
- 측면 수직기둥에 설치되는 수평 검출기 하우징은 수평 발생부의 조사 중심과 대응하도록 설치한다. 수평 검출기의 중심 높이는 수평 X선 발생장치의 X선 영역에 대응할 수 있도록 높이를 결정하고 설치 높이가 수정될 수 있도록 조정 가능하게 제작한다.
- 상부 횡프레임과 측면 수직기둥은 수직 X선 발생부 조립체와 수평 검출기 하우징의 하중을 동시에 지지할 수 있도록 충분한 강성을 확보하여야 한다. 운용 중 처짐, 비틀림, 진동 및 흔들림으로 조사축이 변하지 않도록 정반 또는 하부 프레임에 견고하게 체결한다.
- 수직 X선 발생부 장착부는 전후·좌우 및 각도 방향의 위치조정이 가능하도록 장공, 조정볼트 또는 심 플레이트를 적용한다. 정렬 완료 후에는 위치가 변하지 않도록 고정하고, 주 체결구조와 별도로 안전와이어 또는 보조브래킷 등의 낙하방지 구조를 적용한다.
- 수평 검출기 장착부는 검출기 하우징을 수직으로 세워 안정적으로 지지할 수 있도록 제작한다. 상하·전후 및 각도 방향의 위치조정이 가능하도록 하고, 정렬 완료 후에는 촬영 중 흔들림이나 위치변화가 발생하지 않도록 고정한다.
- 구조물 내부에는 촬영대상물의 로봇팔이 수직 및 수평 촬영영역으로 이동·배치할 수 있는 작업공간을 확보하여야 한다. 로봇팔, 촬영대상물, 수직 발생부, 수평 검출기 및 구조물 간 간섭이 발생하지 않도록 제작 전 3차원 조립검토를 수행한다.
- 고전압 케이블, 전원선 및 검출기 신호선은 구조물을 따라 안전하게 배치하고, 케이블 자중이나 인장력이 발생장치 및 검출기 커넥터에 직접 전달되지 않도록 지지·고정구조를 적용한다.
- 제작 완료 후에는 구조물의 수직도 및 상부 프레임 수평도, 수직 발생부와 수직 검출부의 중심축, 수평 발생부와 수평 검출부의 중심축, 장치 체결상태, 낙하방지

구조 및 로봇 작업공간 확보 여부를 확인하여야 한다.

- 제시된 치수는 현 단계의 제작 기준치로 적용하되, 제작 착수 전 발주자가 제공하는 X선 발생장치, 검출기 하우징, 정반 및 로봇팔의 실제 치수와 설치조건을 확인하여 최종 제작도면에 반영한다.



(3)-③ 엑스선 영상 검출부

- 수평방향 X선 영상 검출부와 동일하다.
- 하부 설치용 광학벤치에 고정할 수 있는 구조물을 포함한다.

라. 기타사항

- 제작품의 상세치수, 재질 및 사양은 본 제작사양서와 발주처 제공자료를 기준으로 하며, 세부 조정이 필요한 사항은 제안서에 구체적으로 제시하고 협상 절차를 통해 계약체결 전에 최종 확정한다.
- 제작사양서에 명시되지 않은 기능추가는 원칙적으로 과업범위에서 제외하며, 필요한 경우 협상 절차를 통해 계약체결 전에 과업범위와 반영 여부를 최종 확정한다.
- 리빙랩 투과영상획득장치 수직/수평 차폐형 구조물은 로봇기반 시료이송장치, 센서, X선 발생장치 등이 결합되는 구조로 관련 정보는 계약 후 발주처에서 제공한다.
- 본 제작의 범위는 설계/제작/설치를 모두 포함하며 제작품의 설치시 발주처와 협의하여 설치방법 및 일정을 결정한다.

5. 납품 조건

- 납품기간: 계약체결일로부터 25일 이내
- 설치장소 : 경상북도 안동시 마들5길 13(영상획득 리빙랩)

※ 본 과업의 대상 위치는 발주처가 수행 중인 연구개발과제에서 구축 중인 영상획득 리빙랩 현장으로 하며, 최종 구조물은 해당 리빙랩 환경 내에 설치하는 것을 원칙으로 함
- 인도조건 : 현장설치도
- 하자보증기간 : 검사검수 완료일로부터 1년(하자보증금율 3%)

6. 납품 및 검수

- 계약상대자는 납품 기일 내에 연구소에서 지정한 장소에 물품의 반입, 설치를 완료하여야 한다.
- 계약상대자는 납품 또는 설치 완료 후 연구소의 검사·검수에 필요한 서류와 자료를 제출하고, 검사·검수에 협조하여야 한다.
- 계약상대자는 계약범위에 포함된 설치에 필요한 인력, 장비, 공구, 소모품 및 운반비를 부담한다.
- 계약상대자는 계약상대자의 귀책사유로 재시험 또는 재검수가 필요한 경우 그에 필요한 비용을 부담한다.

- 계약상대자는 연구소 감독관의 입회 하에 운영 검사 및 안정성 검사를 완료하여야 한다.

7. 기타 조건

- 계약상대자는 계약목적물의 설치 등 계약이행에 필요한 업무의 일부를 전문업체에 수행하게 할 수 있다. 이 경우 사전에 연구소와 협의하여야 하며, 전문업체의 업무수행에 대한 계약상대자의 계약상 책임은 면제되지 않는다. 전문업체의 업무수행 중 계약상대자 또는 전문업체의 귀책사유로 발생한 손해에 대해서는 관련 법령 및 계약조건에 따라 계약상대자가 책임을 부담한다.
- 계약상대자는 계약목적물의 제작·공급·설치 및 사용과 관련하여 제3자의 특허권, 저작권 등 지식재산권을 침해하지 않도록 하여야 한다. 계약상대자의 귀책사유로 지식재산권 관련 분쟁이 발생한 경우 계약상대자는 관련 법령 및 계약조건에 따라 책임을 부담한다.
- 계약상대자는 납품 또는 설치 완료 후 사용자에게 장비의 기본 운용, 안전수칙 및 일상적인 유지관리 방법에 관한 교육을 실시하여야 한다. 교육일정과 교육방법은 연구소와 사전에 협의한다.

II

일반 사항

1. 계약내용 및 이의의 해석

- 계약상대자는 계약서 내용에 기술되는 물품 등 일체를 공급하여야 하며, 본 규격서에 기술되어 있지 않은 사항 또는 불명확하다고 생각되는 사항은 필요한 경우 계약당사자는 상호 협의하여 처리하며, 협의가 이루어지지 않는 경우에는 관련 법령 및 계약조건에 따른다.

2. 계약상대자의 책무

- 계약상대자는 계약서, 규격서 및 산출내역서에 정한 물품과 계약상 이행에 필요한 부속품을 계약조건에 따라 공급하여야 한다.
- 계약상대자는 계약문서에 정한 성능 및 품질기준을 충족하도록 물품을 제작·공급하여야 한다.
- 계약상대자는 제작에 착수하기 전에 제작도면을 제출하여 연구소의 검토를 받아야 한다. 연구소의 검토 또는 승인은 계약상대자의 계약상 책임을 면제하지 않는다.
- 계약상대자의 귀책사유로 계약목적물에 하자가 발생한 경우 계약상대자는 계약조건에 따라 무상으로 보수하거나 대체하여야 한다.
- 계약상대자는 자신의 귀책사유로 제3자의 지식재산권을 침해하여 연구소에 손해가 발생한 경우 관련 법령 및 계약조건에 따라 책임을 부담한다.

3. 포장 및 운반

- 계약상대자는 운반 및 보관 중 물품이 손상되지 않도록 물품의 특성에 적합한 포장·보호조치를 하여야 한다. 포장에는 물품명, 품목번호, 수량, 중량, 취급주의사항 및 포장단위를 식별할 수 있도록 표시하여야 한다.
- 납품 또는 설치 전 운반 과정에서 계약상대자의 귀책사유로 물품이 훼손된 경우 계약상대자는 자신의 비용으로 보수 또는 교체하여야 한다.

4. 설치

- 계약상대자는 설치 전에 설치장소의 반입경로, 설치공간, 전원 및 주변환경 등 계약이행에 필요한 현장조건을 확인하여야 한다. 연구소가 제공하여야 하는 조건이 있는 경우 계약상대자는 사전에 이를 통보하여야 한다.
- 계약상대자는 규격서에 정한 설치 범위에 포함되는 인력, 공구, 장비, 설치자재 및 운반·설치 비용을 부담한다.
- 계약상대자는 물품의 설치 및 정상적인 작동에 필요한 설정, 연결, 조정 및 기본 점검을 수행하여야 한다.

5. 안전대책 및 책임

- 계약상대자는 계약수행 인력에 대하여 관계 법령 및 연구소의 안전관리 절차를 준수하도록 하여야 한다.
- 계약상대자는 계약상대자의 귀책사유로 발생한 인적·물적 손해에 대하여 관련 법령 및 계약조건에 따라 책임을 부담한다.
- 계약상대자는 작업 전 안전관리계획, 작업자 명단 및 필요한 안전 관련 자료를 제출하고, 연구소가 실시하는 출입·안전교육 및 위험성평가에 협조하여야 한다.
- 계약상대자는 계약수행 인력의 산업재해 예방을 위하여 관계 법령상 사용자에게 요구되는 조치를 이행하여야 한다.
- 계약상대자는 납품을 위한 현장 설치 및 정상 작동 시험 전 연구소의 위험성평가에 적극 협조하여야 한다.
- 계약상대자는 계약수행 인력에 대하여 근로기준법, 산업안전보건법, 산업재해보상보험법, 직업안전법 등 제반 법률상 사용자로서의 책임과 의무를 이행하여야 한다.

6. 보안 유지

- 계약상대자는 계약수행 중 알게 된 연구소의 비공개 정보를 계약 목적 외로 이용하거나 연구소의 사전 승인 없이 제3자에게 제공·공개하여서는 안 된다.
- 계약상대자는 연구소가 요구하는 경우 보안서약서, 비밀유지서약서 및 출입 관련 서류를 제출하여야 한다.
- 계약상대자는 계약 관련 자료를 계약목적에 필요한 범위에서만 보관하고, 연구소의 요청 또는 계약 종료 시 연구소의 지시에 따라 반환·폐기하여야 한다.
- 계약상대자는 연구소의 출입절차와 안내에 따라 지정된 작업구역만 출입하여야 한다.

7. 보증

- 납품되는 모든 장비에 대하여 하자보증기간은 검사 완료일로부터 1년으로 하며 하자담보기간 중 계약상대자의 귀책사유로 하자가 발생한 경우 계약상대자는 선박해양플랜트연구소에서 지정하는 기일 내에 무상으로 신속한 복구를 하여야 한다.
- 계약상대자는 제작 공급한 장비에 대한 신속하고 완벽한 사후지원을 위하여 지원체제를 갖추어야 한다.
- 하자담보기간이 종료된 후의 유지보수, 부품 및 소모품 공급은 별도 계약 또는 상호 협의에 따른다. 계약상대자는 공급 가능한 부품 및 유지보수 관련 정보를 합리적인 범위에서 제공하여야 한다.
- 계약상대자는 하자담보기간 종료 후 제3자가 유지보수를 수행할 수 있도록 계약상대자가 보유한 범위에서 필요한 기술자료와 유지보수 정보를 제공한다. 다만, 계약상대자의 귀책사유 없이 제3자의 유지보수로 발생한 고장 또는 손상에 대한 책임은 별도로 정한다.