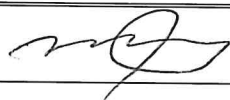
	KSTAR 운영사업	개정번호: 0
	기술시방서 (Technical Specification)	발행일자: '24. 11.

제 목 : 금속 벽(Metal wall) 환경 조성을 위한 KSTAR PFC  
Upper Divertor & NB Armor용 흑연 타일 제작




개정 이력

개정번호	개정일자	개 정 사 유
0	2024.11.	최초발행

관련부서 검토

소속/직책	성 명	서 명	일 자
KSTAR연구본부/본부장	남 용 운		2024. 11. 21.

작성, 검토 및 승인

구 분	소속/직책	성 명	서 명	일 자
작 성	토카막장치운전그룹/담당	김 경 문		2024. 11. 21
검 토	토카막장치운전그룹/그룹장	김 광 표		2024. 11. 21.
승 인	토카막운전기술본부/본부장	박 영 민		2024. 11. 21

## 목 차

1. 일반사항 .....	3
2. 계약 범위 .....	5
3. 제작 사양 .....	8
4. 품질 보증 및 절차 .....	18
5. 제출문서 .....	23
6. 특허권 및 소유권 .....	27
7. 기타 .....	28
붙임 1 : 공급자 불일치사항 처리 요청서 .....	30
붙임 2 : Document Transmittal Sheet .....	31
붙임 3 : 검사 및 시험계획서 표지 .....	32
붙임 4 : 검사 및 시험계획서 .....	33

## 기술시방서

### 금속 벽(Metal wall) 환경 조성을 위한 KSTAR PFC Upper Divertor & NB Armor용 흑연 타일 제작 흑연 타일 제작

#### 1. 일반사항

##### 1.1. 계약 목적

본 기술시방서는 한국핵융합에너지연구원 (이하 KFE로 약칭 함)에서 운영 중인 한국형 초전도핵융합연구장치(이하 KSTAR)의 성능향상을 목적으로 하며, KSTAR 플라즈마 대향장치(이하 PFC)의 Full-Tungsten 환경 조성을 위한 "금속 벽(Metal wall) 환경 조성을 위한 KSTAR PFC 흑연 타일 제작" 업무를 수행함에 있어서 필요한 전반적인 기술사양과 요구조건을 규정한다.

KSTAR 플라즈마 대향장치는 초고진공으로 유지되는 진공용기에 설치되며 플라즈마 입자 및 국부적인 온도상승으로부터 진공용기, 진공용기 내 플라즈마 가열장치 및 진단 장치들을 보호하기 위한 장치이다.

계약자는 본 기술시방서에서 요구하는 제반 조건 및 기준을 만족시켜야 한다. 또한 요구하는 기술 능력뿐만 아니라 제작에 필요한 설계, 제조, 시험 및 검사 설비 등을 필히 확보하여야 한다. 계약자는 본 기술시방서에서 요구하고 있는 기술 사항 및 기준에 대하여 KFE의 승인을 취득한 후 각각의 제 공정을 진행하여야 하며, KFE의 기술적인 요구 사항에 대하여 적극적으로 협조하여야 한다.

##### 1.2. 용어의 정의

- (1) 구매자: KFE 또는 그의 위임자를 의미하며, 공사계약의 경우 발주자로도 정의함.
- (2) 계약자: 구매자에게 계약에 의거 기자재 및 용역을 공급하는 자 또는 공사계약을 체결한 자로서 이 시방서에서는 공급자, 판매자 및 하도급계약자 등을 포함함.
- (3) KSTAR: Korea Superconducting Tokamak Advanced Research의 약어로 KFE를 주관 기관으로 하여 진행 중인 차세대 초전도핵융합 연구 장치임.
- (4) 플라즈마 대향장치(Plasma Facing Component: 기능상 Upper divertor, Inboard Limiter, Passive Stabilizer, Poloidal Limiter, NB 1 & 2 Armors, Tungsten Cassette Divertor (TCD)로 구분되며 TCD를 제외한 PFC는 Back plate(BP), 흑연 시트, 흑연 타일, Bolt Unit로 구성되어 있음.
- (5) Upper Divertor: KSTAR는 Double null type의 diverting 영역이 구성되어 있으며 상단부의 Upper Divertor는 위치에 따라 Inboard Divertor, Central Divertor, Outboard Divertor로 구분됨. 각각 8개의 Sector로 분리되어 있으며 독립적인 Toroidal ring 형상임.
- (6) Inboard Limiter (IL) : 진공용기 안쪽 내벽에 설치되는 장치로 Toroidal 방향으로 16 sector로 구분되어 있음. Backplate와 진공용기는 Spacer에 의해 체결되어 있음.
- (7) Poloidal Limiter (PL) : 플라즈마의 바깥쪽 경계면을 확정하는 기능을 하며 Helicon 안테

나를 보호하기 위해 3기의 PL (PL01-03)이 설치되어 있음.

- (8) Passive stabilizer: 플라즈마의 Outboard side 상하 부분에 있는 2개의 Toroidal Ring으로 각각 16개씩의 Sector로 구성되어 있음. 각 Toroidal Ring은 4개의 sector끼리 기계적 전기적으로 튼튼하게 나사 결합하여 있으며, 이들은 전기적으로 절연된 4개의 Connection Plate에 의하여 연결되어 하나의 견고한 링을 구성함.
- (9) NB armor : KSTAR는 플라즈마 성능 향상을 위해 2기의 NBI system을 구비하고 있음 (NB1 & 2). 중성입자빔으로부터 입구 포트내 면과 진공용기 내벽을 보호할 목적으로 설치되며, NB entrance port protector와 NB shinethrough armor로 구성되어 있음.
- (10) Tungsten Cassette Divertor(TCD): 고성능·장시간 플라즈마 운전에 대응하기 위한 PFC의 성능향상을 목적으로 2023년 KSTAR에 신규 도입되었으며 하단부의 Lower Diverting 영역에 설치되어 있음.
- (11) 품질검사계획 (quality plan 또는 inspection & test plan): 공급품목의 구분, 작업공정 설정, 적용서류의 명시, 검사자 임회점 등을 포함하는 서류로서 계약자가 작성하여 작업 착수 이전에 구매자의 검토를 받아야 함.
- (12) 임회점 (witness point): 계약자가 작업을 진행하기 이전에 구매자에게 서면으로 임회검사를 요청해야 하는 중요 제작 및 시험검사 단계로서 그 임회검사 결과가 만족하다는 구매자의 확인서명 후에 다음 공정을 진행할 수 있음. 다만 계약자가 구매자에게 임회요청을 명확하게 하였고 구매자가 임회할 의사가 없음이 확인되면 계약자 판단 하에 작업을 진행할 수 있음.
- (13) 필수확인점 (hold point): 임회정보다 더 중시되는 제작 및 시험검사 단계로서 구매자가 임회하거나, 또는 구매자가 임회할 의사가 없음을 서류상으로 확인하기 전에는 해당 작업을 진행할 수 없음.
- (14) 출하승인서: 구매자가 계획한 모든 임회검사 결과가 만족할 경우 구매자가 계약자에게 발행하는 서류로서 제작공장에서 제품을 출하하기 위해서는 본 출하승인서를 사전에 발급받아야 함. 출하승인서는 품질증빙서류와 같이 기자재 인도 시 구매자에게 제출되어야 하며 출하승인서가 없을 경우 구매자는 기자재 인도를 거부할 수 있음. 단, 구매자의 형편에 따라 출하검사를 생략할 수 있음.
- (15) 검사: 어떤 품목 또는 업무가 명시된 요건에 일치하는지를 확인하기 위하여 시험, 조사 또는 측정 등을 하는 행위로서 이 부록에서는 품질검사, 임회검사, 검사 등으로 표시됨.
- (16) 서류: 계약 이행을 위하여 계약자가 구매자에게 제출해야 할 설계, 구매, 품질, 사업관리 업무 등에 관련된 계획서, 지시서, 절차서, 규격서, 도면 등을 총칭함.
- (17) 품질증빙서류: 품질보증 활동 결과 생산된 각종 시험, 검사 등의 관련 서류를 종합 정리한 것으로서 계약요건에 따라 구매자에게 제출해야 함.
- (18) 품질보증확인서(Certificate of Conformance): 공급 품목 또는 역무가 해당 요건(계약서 및 계약서에서 요구하는 기술기준 등)에 만족하는 정도를 확인하도록 권한이 부여된 자에 의해 서명 또는 인증된 서류.
- (19) 재료확인서(Certificate Of Compliance): 재료가 해당 요건(계약서 및 계약서에서 요구하는 기술기준 등)에 만족하고 있다는 것을 입증하는 증명서.

## 2. 계약 범위

본 기술시방서에 명기된 "금속 벽(Metal wall) 환경 조성을 위한 KSTAR PFC 흑연 타일 제작"에 관련된 설계, 제작, 검사, 포장 및 운송을 계약범위로 한다.

계약자는 본 시방서에 기술되어 있는 모든 제반 조건 및 기준을 만족시켜야 하며 요구되는 기술력을 필히 확보하고 있어야 한다. 또한 계약자는 본 시방서에서 요구하고 있는 기술사항 및 제반 기준에 대하여 필요 시 발주자의 승인을 취득한 후 각각의 제 공정을 진행하여야 하며, KFE의 기술적인 요구 사항에 적극적인 협조를 하여야 한다.

### 2.1. 흑연 타일 설계

계약자는 "금속 벽(Metal wall) 환경 조성을 위한 KSTAR PFC 흑연 타일 제작"을 위해 필요한 본 기술시방서에서 언급하는 모든 기술문서 및 도면을 작성하여 KFE에 제출 후 승인을 받아야 한다. 계약자의 도면은 KSTAR의 도면 관리 규정에 일치하게 작성되고 제출되어야 하며 제작 착수 전에 흑연 타일 제작과 관련된 모든 도면이 검토될 수 있도록 해야 한다.

제출 시, 2차원 도면은 제품도면 외 입체도, 조립도, 부품도가 포함되어야 하며 개별도면과 합본을 함께 제출하는 것을 원칙으로 한다. 3차원 도면 제출 시, 개별도면과 Assembly를 함께 제공 제출하는 것을 원칙으로 하며 KSTAR PFC의 전체 현황이 적절히 반영되어 있어야 한다.

도면 승인 절차는 다음과 같다.

- (1) 계약자는 비공식 검토를 위한 일시적인 전자파일 형태의 도면을 수시로 KFE에 제공하여 충분한 협의가 이루어질 수 있도록 한다.
- (2) 계약자는 승인을 위한 모든 도면을 KFE에 제출하고, KFE는 검토 후 수정 사항이 있을 경우, 수정된 사항이 반영된 도면을 제출하여 승인을 받도록 한다.
- (3) 승인 절차가 완료되면, 승인이 완료된 모든 도면 (2차원, 3차원) 및 사양서를 전자파일과 함께 KFE에 제공한다.
- (4) 제작 및 설치에 관련된 모든 도면 및 사양서의 승인이 완료될 때까지 제작의 착수를 보류한다.
- (5) 모든 도면은 KFE 양식에 맞게 작성하고, 도면 양식은 KFE에서 제공한다.

### 2.2. 흑연 타일 제작

계약자는 "금속 벽(Metal wall) 환경 조성을 위한 KSTAR PFC 흑연 타일 제작"과 관련된 흑연 타일 1,657개와 흑연 시트 277개를 제작한다. 자세한 타일 형태 및 개수는 3장에 기술된 내용을 기반으로 하며 PFC Tile 제작도면을 참조한다. 흑연 타일의 성능은 현재 KSTAR PFC 흑연 타일과 동일한 수준의 사양을 만족해야 하며 요건은 아래와 같다.

- (1) 흑연 타일

- 재질 : Graphite
- 순도 : 5ppm 이하
- 열전도도 : 115 W/mK 이상

### 2.3. 검사 및 측정

- (1) 계약자는 "금속 벽(Metal wall) 환경 조성을 위한 KSTAR PFC 흑연 타일 제작"과 관련된 시험 및 검사 절차서를 작성하여 구매자에게 확인 및 승인받아야 한다.
- (2) 제품 제작 기간에 임의의 견본을 추출하여 최소 연 1회 이상 다음 7개의 항목에 대한 검사를 시행하고, 그 결과를 구매자에게 확인받아야 한다.
- (3) 측정 항목에 대한 장비와 방법, 시기는 계약자의 자유 형식으로 하되, 반드시 사전에 구매자에게 통보하여 필요에 따라 구매자의 입회가 가능하도록 한다.

상세 검사항목은 다음과 같다.

- (가) 불순물 농도 (ash content, ppm)
- (나) 열전도도 (thermal conductivity, W/mK)
- (다) 밀도 (density, kg/m<sup>3</sup>)
- (라) 전기 저항도 (electrical resistivity,  $\mu\Omega\text{m}$ )
- (마) 압축 강도 (compressive strength, Pa)
- (바) 전단 강도 (tensile strength, Pa)
- (사) 열팽창 계수 (coefficient of thermal expansion, 10<sup>-6</sup>/K)
- (아) 각 타일의 치수 측정

- (4) 계약자는 제품의 납품과 함께 모든 검사 성적서는 서류 제출 형식에 따라 제출해야 한다.
- (5) 임의의 견본에 대한 검사결과가 시방서에 명시된 제품 요건을 만족하지 못할 시 제품에 대한 전수검사를 원칙으로 하며, 이에 따른 비용 상승과 납기 지연에 따른 책임은 계약자에게 있다.
- (6) 타일 제작 기간 중 계약자의 자체 검사와는 별도로 구매자가 원하는 시점에 최소 2회 이상 구매자가 지정한 검사 업체(검사원)에서 다음과 같은 검사를 시행하며 검사의 일체 비용은 계약자가 부담한다.

(가) 불순물 농도 검사

- 타일의 불순물 농도 측정
- 기준 : 전체 불순물 농도 5ppm 이하

- (나) 열전도도 검사
  - 타일의 열전도율 측정
  - 기준 : 115 W/mK 이상
- (다) 검사 업체(검사원)와 시기는 차후 구매자가 정한다.
- (라) 각 시료의 시편은 구매자가 측정을 요구한 시점에서 3개월 이내의 것을 사용한다.

## 2.4. 포장

- (1) 타일은 습기를 잘 흡수하므로 외부로의 습기를 차단할 수 있도록 모든 타일은 개별 진공 포장을 하여, 장기간 실내 보관 시 부식으로부터 보호될 수 있도록 포장되어야 한다.
- (2) 타일은 충격에 취약하므로 외부의 충격으로부터 충분히 보호될 수 있도록 포장한다.
- (3) 타일 표면과 개별 진공 포장된 표지에는 도면상에 표시된 타일의 고유 번호를 확인할 수 있게 표시한다.

## 2.5. 운송

계약자는 완성된 제품을 구매자가 지정하는 장소에 직접 인도해야 한다. 또한, 계약자는 제품의 포장, 취급, 선적 및 운송 과정에서 손상을 입지 않도록 안전하게 구매자에게 인도될 수 있도록 필요한 제반 조치를 취해야 한다.

## 2.6. 일정

- (1) 계약자는 계약 후 7일 이내에 상세 제작도면 작성에 착수하여야 한다.
- (2) 계약자는 계약 후 14일 이내에 상세 일정표를 발주자에게 제출하여야 한다.
- (3) 계약자는 계약 후 1개월 이내에 설계 및 제작에 관계되는 자료와 도면을 구매자에 제출하여, 승인받은 후 제작에 착수하여야 한다.
- (4) 계약자는 계약 후 전체 수량의 30%에 해당하는 제품에 대한 제작 및 운송을 6개월 이내에 완수하여야 한다.
- (5) 계약자는 계약 후 전체 수량의 50%에 해당하는 제품에 대한 제작 및 운송을 10개월 이내에 완수하여야 한다.
- (6) 계약자는 계약 후 제품 제작 완료 및 운송을 20개월 이내에 완료하여야 한다.
- (7) 계약자는 제품 제작 및 공정에 관한 진도보고를 구매자에게 매달 한 번씩 실시하여야 한다.
- (8) 불가피한 일정 변경 사유가 발생할 시 그 귀책 사유가 계약자에게 있지 않으면 계약자는 일정을 구매자와 협의하여 조정할 수 있다.

### 3. 제작 사양

#### 3.1. 일반 사항

- (1) 모든 제작공정은 관련 사양 및 도면에서 명시된 사항들을 준수해야 함이 원칙이며, 변경 시에는 구매자의 승인을 취득하는 것을 원칙으로 한다.
- (2) 타일을 제작하기 위한 흑연의 물성은 요구조건(2.2, 2.3)을 만족하여야 한다.
- (3) 제작된 흑연 타일은 뒷면에 식별할 수 있게 부품번호와 개별 일련번호를 표시해야 하며, 개별 포장된 부분에도 식별표가 표시되어야 한다.
- (4) 최종 제작도면이 완성되기 전에는 타일의 형상이 일부 변경될 수 있다. 일부 수정이 요구되는 타일에 대해서는 협의를 통해 결정하며 구매자는 일정에 지연이 발생하지 않도록 하며 계약자는 구매자의 요구에 적극적으로 협조하여야 한다.
- (5) 구매자는 Specification에 언급되어 있거나 제작상의 중요한 문제점이 있는 경우에는 계약자에게 제작공정의 변경을 요구할 수 있으며, 필요 시 구매자의 승인 후 제작공정 변경이 가능하다. 단, 승인 절차는 구매자가 별도 제공한다.
- (6) 계약자는 구매자의 요구 시 협의를 통해 현장 점검을 수행하여 KSTAR PFC의 현황이 적절히 반영될 수 있도록 적극적으로 협조하여야 한다.

#### 3.2. Upper Divertor 타일 및 시트 제작

Upper Divertor에 설치하기 위한 총 837개의 타일과 72개의 시트를 제작한다.

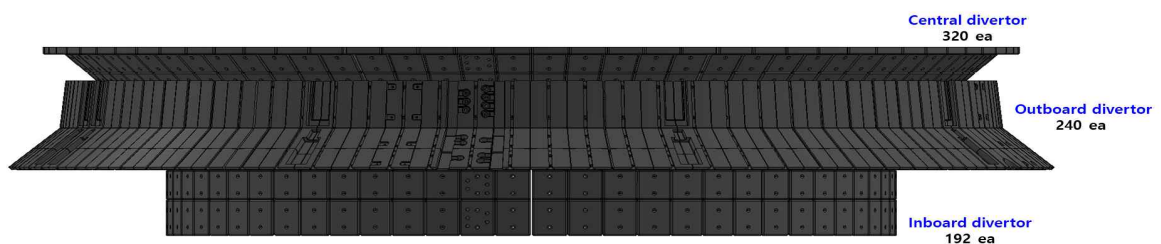
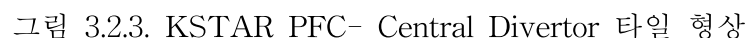
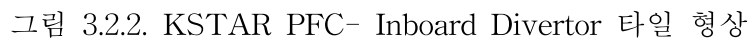


그림 3.2.1. KSTAR PFC- Upper Divertor 타일 형상

표 3.2.1 KSTAR PFC-Upper Divertor 타일 및 시트 수량

	타일		카본시트	
	제작	예비품	제작	예비품
ID	192	22	8	16
CD	320	32	8	16
OD	240	31	8	16
합계	752	85	24	48





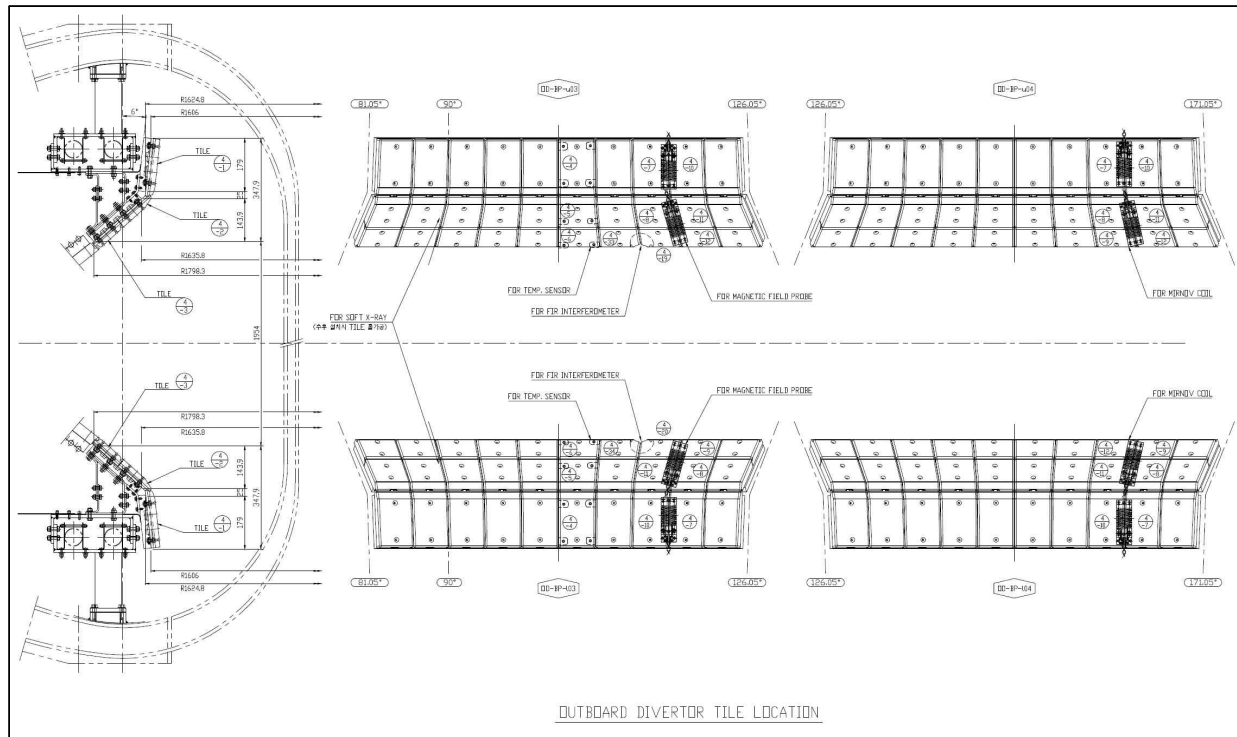


그림 3.2.4. KSTAR PFC- Central Divertor 타일 형상

### 3.3. NB Armor 타일 제작

NB1 & 2로부터 진공용기 및 기타장치에 대한 보호를 목적으로 도입된 각각의 NB Armor에 설치를 목표로 총 638개의 타일과 100개의 시트를 제작한다.

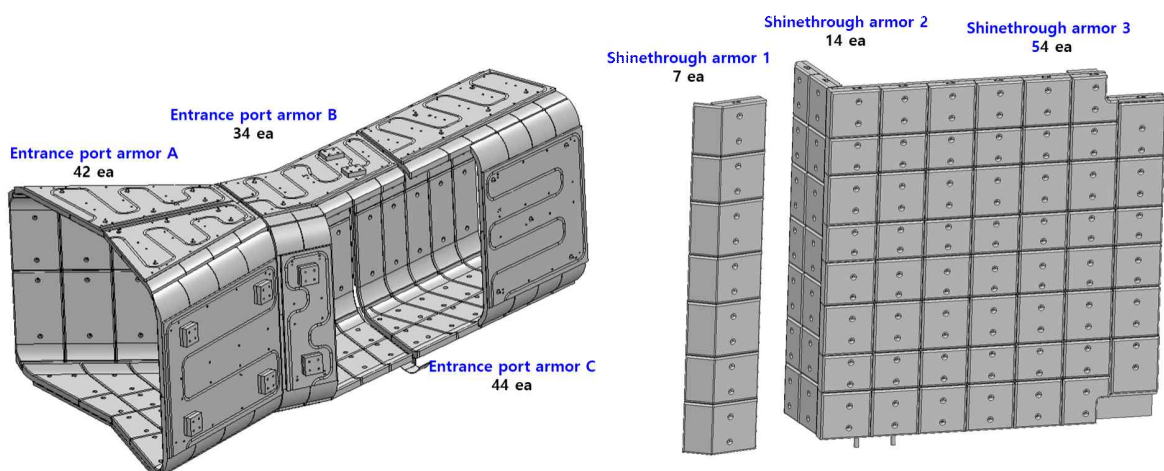


그림 3.3.1. KSTAR PFC-NB Armor 타일 형상

표 3.3.1. KSTAR PFC-NB Armor 타일 및 시트 수량

	NB1				NB2			
	타일		카본시트		타일		카본시트	
	제작	예비품	제작	예비품	제작	예비품	제작	예비품
Ent. A	42	25	4	7	42	34	4	7
Ent. B	34	26	4	7	34	33	5	9
Ent. C	44	27	6	9	44	37	6	10
ST Armor	75	33	4	7	75	33	4	7
합계	195	111	18	30	195	137	19	33

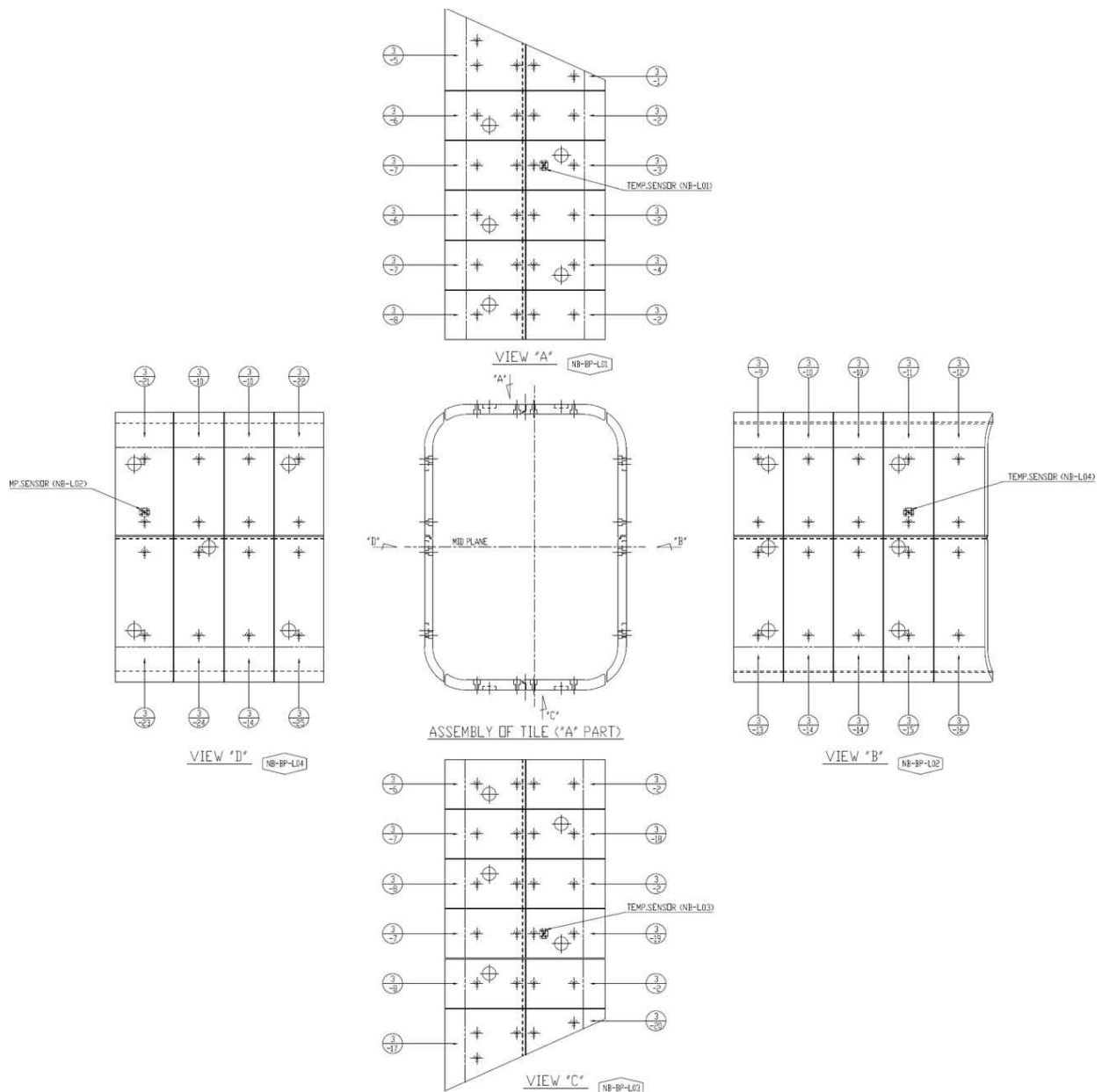


그림 3.3.2. KSTAR PFC-NB Entrance port Protector “A” 타일 형상

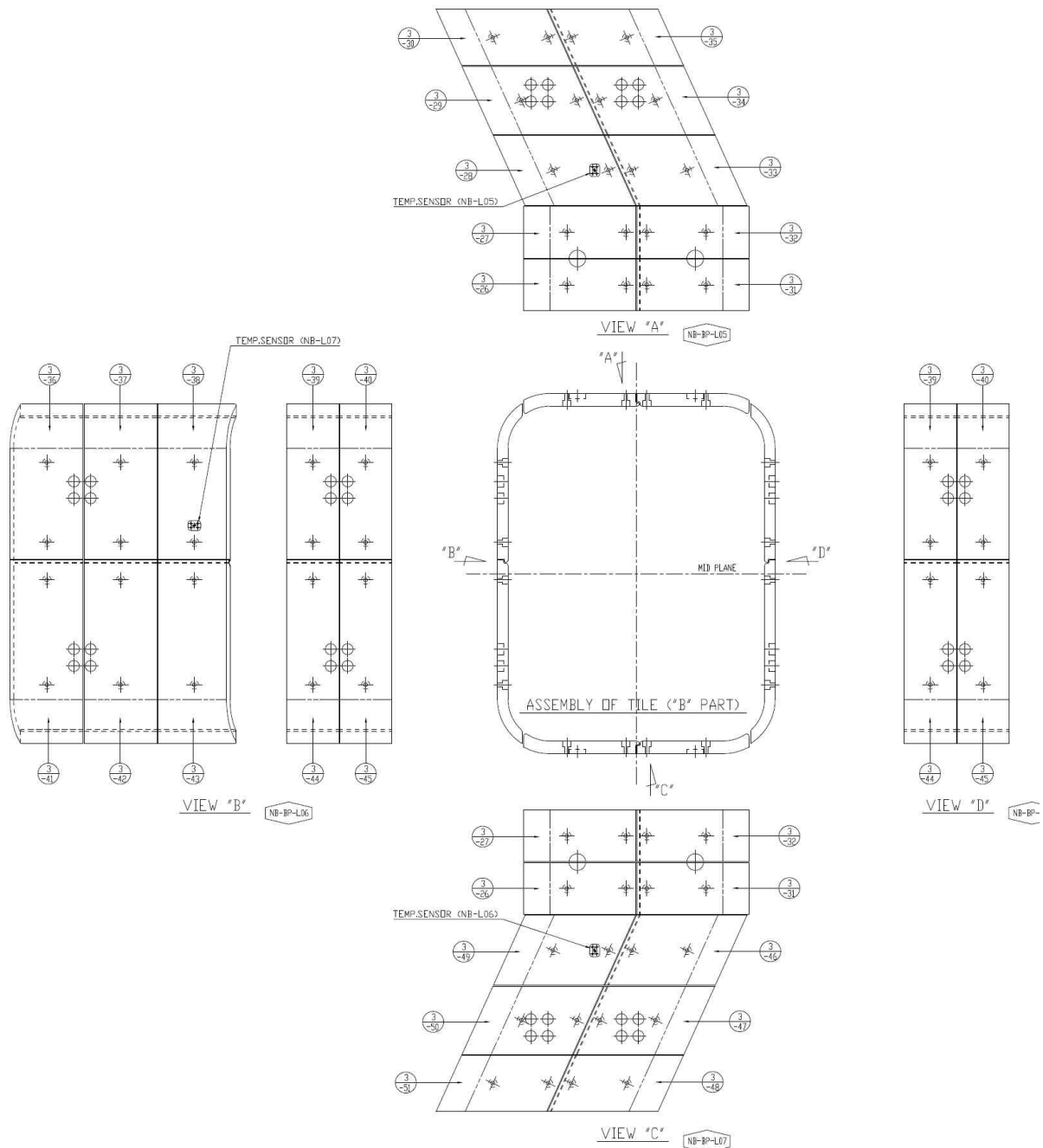


그림 3.3.3. KSTAR PFC-NB Entrance port Protector "B" 타일 형상

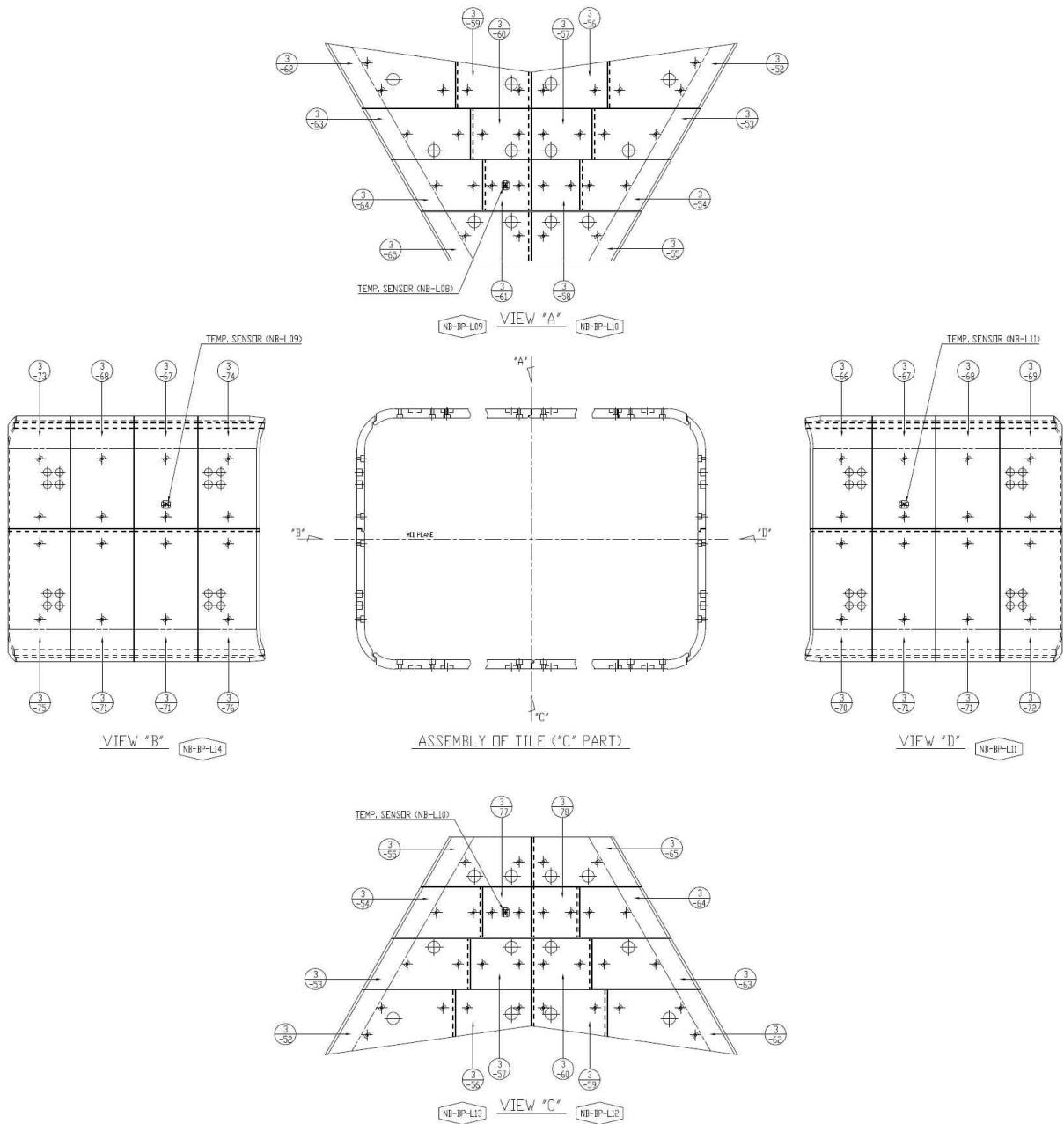


그림 3.3.4. KSTAR PFC-NB Entrance port Protector "C" 타일 형상

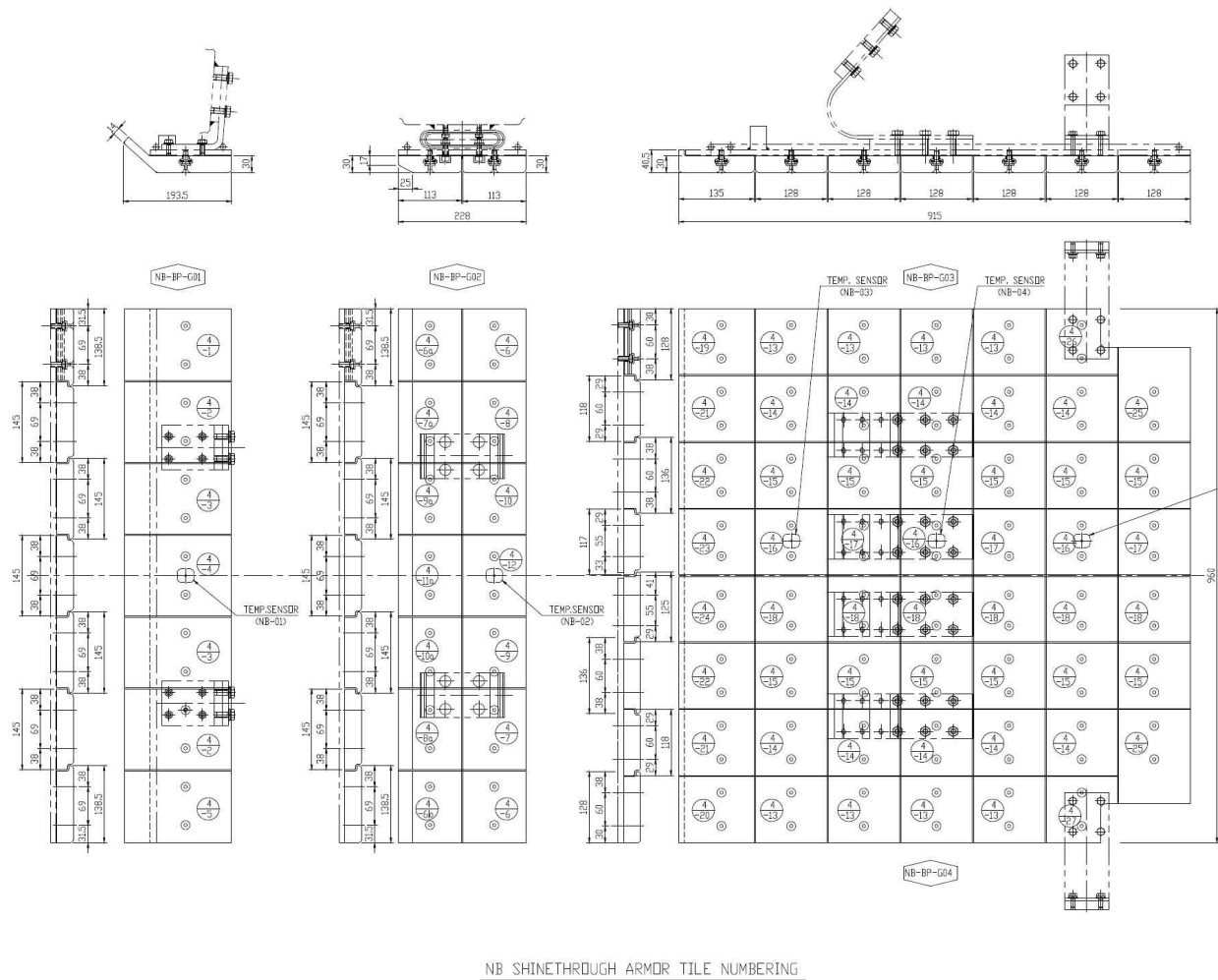


그림 3.3.5. KSTAR PFC-NB Shinethrough Armor 타일 형상

### 3.4. Poloidal Limiter 타일 제작

설치되어 있는 3기의 Poloidal Limiter에 설치를 목표로 총 28개의 타일과 9개의 시트를 제작한다.

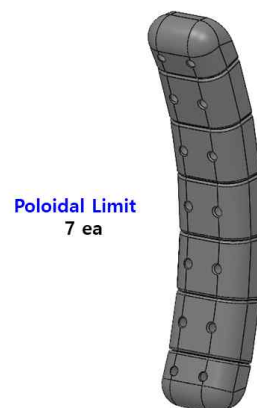
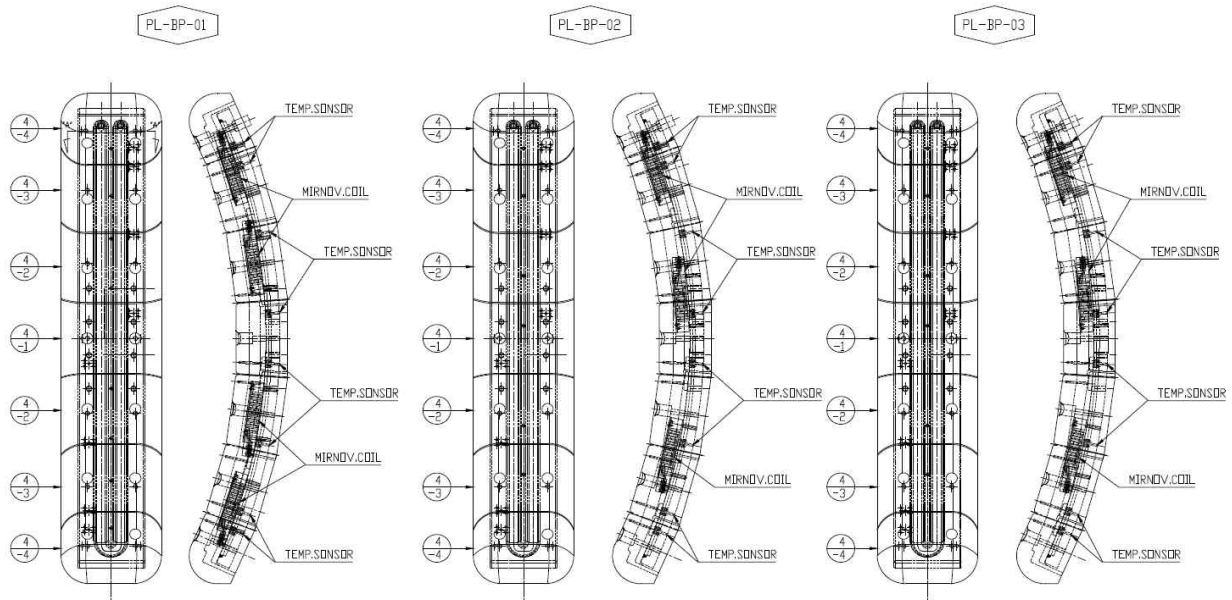


그림 3.4.1. KSTAR PFC-Poloidal Limiter 타일 형상

표 3.4.1 KSTAR PFC-Poloidal Limiter 타일 및 시트 수량

	타일		카본시트	
	제작	예비품	제작	예비품
PL01	7	7	1	2
PL02	7	0	1	2
PL03	7	0	1	2
합계	21	7	3	6



POLOIDAL LIMITER TILE NUMBERING

그림 3.4.2. KSTAR PFC-Poloidal Limiter 타일 상세형상

### 3.5. Passive stabilizer 타일 제작

TCD Outer Endbox 인접부 측과 NB2 Beam으로부터 진공용기를 보호하기 위한 Lower Passive Stabilizer의 타일 154개와 시트 96개를 제작한다. 제작 타일의 경우 현재 제작 완료된 텅스텐 코팅 타일과 함께 설치 및 운영 시 문제가 없도록 일부 형상을 수정한다. 수정 형상의 경우 구매자와 계약자간 협의를 통해 결정하며 제작 완료된 텅스텐 코팅 타일 관련 정보(수량 및 형상, 도면 등)는 구매자가 계약자에게 제공한다.



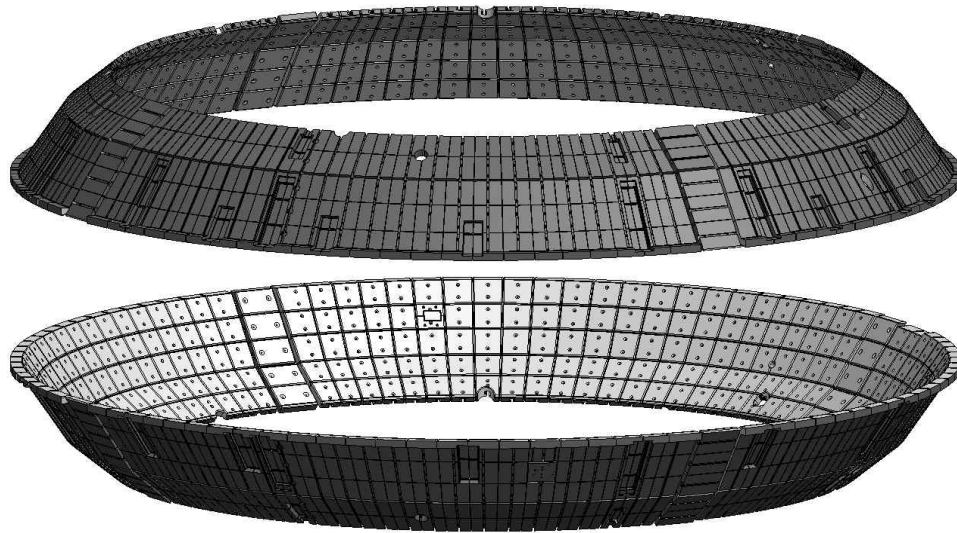


그림 3.5.1. KSTAR PFC-Passive Stabilizer 타일 형상

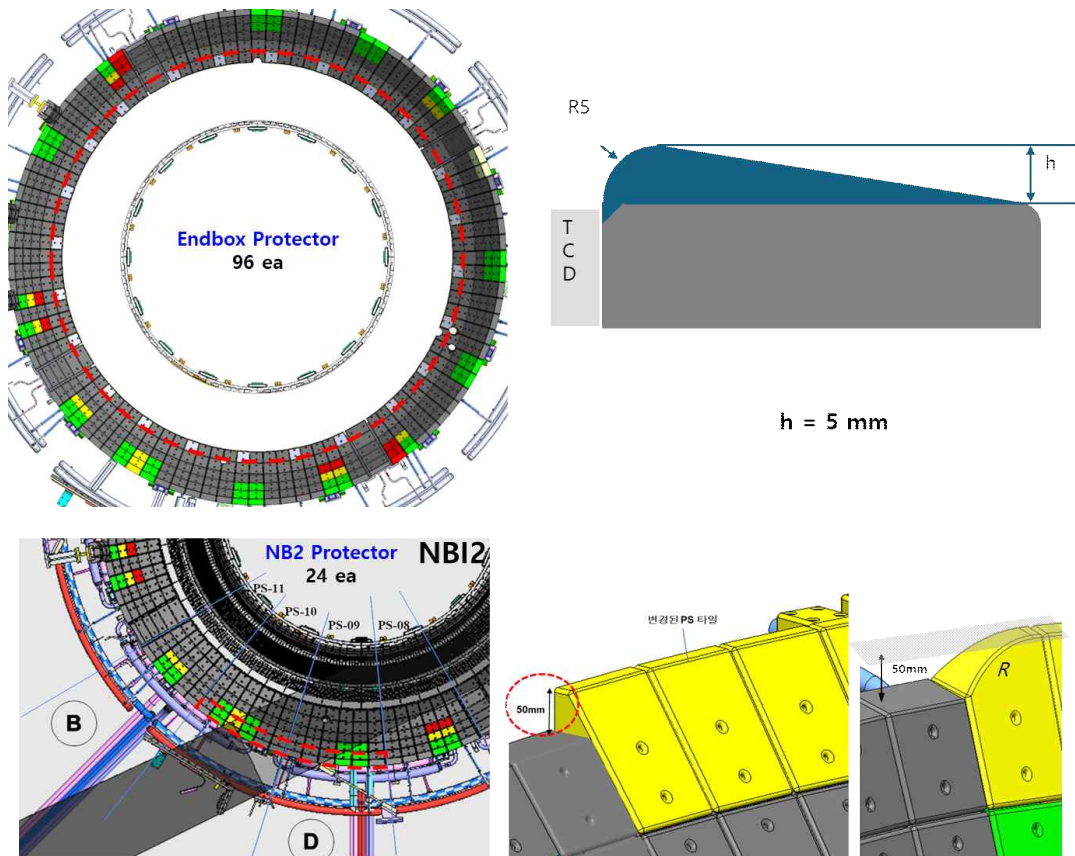


그림 3.5.2 KSTAR PFC-Passive Stabilizer 제작 타일 위치 및 특징



표 3.5.1 KSTAR PFC-Passive Stabilizer 타일 및 시트 수량

	타일		카본시트	
	제작	예비품	제작	예비품
NB Prot.	96	22	16	32
Endbox	24	12	16	32
합계	120	34	32	64

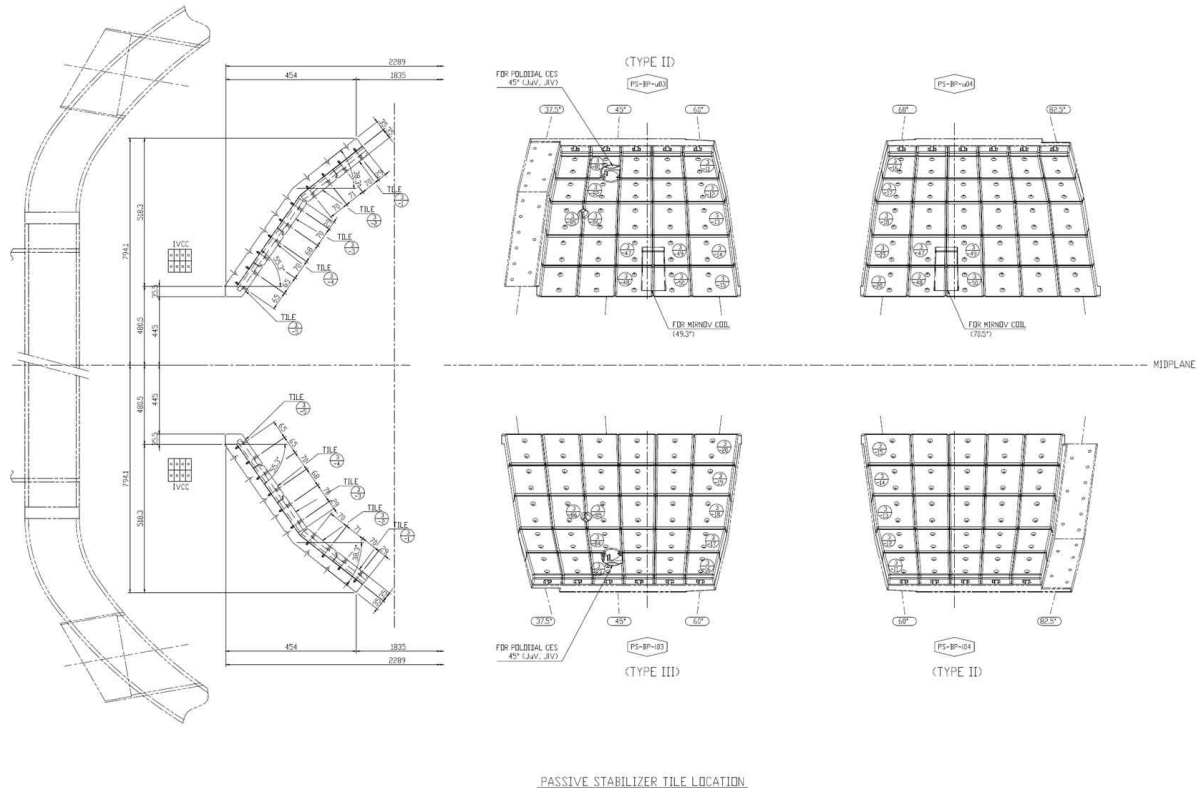


그림 3.5.3. KSTAR PFC-Passive Stabilizer 타일 상세형상

## 4. 품질 보증 및 절차

### 4.1. 적용 범위

이 절은 기술시방서에 명시된 대로 구매품목, 기자재 제작, 수리 또는 시공의 작업공정에 대한 구매자의 품질검사권한, 검사진행요령, 계약자의 자체 품질관리 책임 등을 규정한다.

### 4.2. 계약자 자체 품질검사요건

- (9) 계약자의 품질검사조직은 계약서 요건, 계약서가 요구하는 기술기준, 구매자가 검토한 설계서류 및 품질보증계획서 등의 요건에 맞는 품질검사업무를 관리할 수 있도록 해당 검사 관련 지시서, 절차서 등을 작성하여 이행하여야 한다.
- (10) 품질검사 관련 업무에는 품질보증, 설계, 구매, 용접, 비파괴검사, 성능시험, 포장, 취급, 선적, 운송 등이 포함된다.
- (11) 구매자의 검사 또는 공인검사를 받기 전에 계약자의 자체 품질검사가 선행되어 필요한 후속조치가 완료되어야 한다. 계약자의 자체 품질검사가 선행되지 아니하였을 경우 구매자는 검사진행을 거절할 수 있다. 다만, 압력시험 등 부득이한 검사공정의 경우에는 구매자와 계약자 검사인원이 동시에 검사를 진행할 수 있다.
- (12) 구매자의 검사 또는 공인검사를 받기 전에 계약자의 자체 품질검사가 선행되어 필요한 후속조치가 완료되어야 한다. 계약자의 자체 품질검사가 선행되지 아니하였을 경우 구매자는 검사진행을 거절할 수 있다. 다만, 압력시험 등 부득이한 검사공정의 경우에는 구매자와 계약자 검사인원이 동시에 검사를 진행할 수 있다.
- (13) 계약자는 원활한 구매자의 품질검사를 위해 구매자의 비용 지불 없이 구매자의 품질검사자가 계약자의 해당 공장출입, 자료열람 및 검사장비 사용 등 관련 업무에 협조해야 한다.

### 4.3. 품질검사계획 (quality plan) 제출요건

- (1) (제출 및 검토) 계약자는 공급품목 (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 품질검사계획에 구매자의 품질검사점 (입회점, 필수확인점)을 선정한다.
- (2) (기술기준의 준수) 품질검사계획은 계약요건에 의해 적용되는 모든 기술기준을 준수 할 수 있도록 제작 및 시험검사 공정이 설정되어야 한다.
- (3) (작성방법) 품질검사 및 시험계획에는 최소한 다음 사항이 포함되도록 해야 한다.

- 가) 계약번호 및 계약명
- 나) 기기명, 기기번호
- 다) 품질검사계획번호 및 개정번호
- 라) 작업, 시험, 검사공정
- 마) 공정별 적용서류 (절차서, 도면 등) 및 개정번호
- 바) 계약자 자체 입회점 및 필수확인점
- 사) 구매자 입회점 및 필수확인점 표시란
- 아) 검사결과 확인서명란
- 자) 해당 공정의 품질보증기록 제출여부 등

(4) 계약자는 구매자가 품질검사계획에 대해 승인하지 않은 상태에서는 제작공정을 진행해서는 안 된다.

#### 4.4. 구매자의 품질검사요건

##### 4.4.1. 일반요건

- (1) 구매자는 계약자와의 원활한 업무수행을 위하여 담당 검사자를 임명하여 구매품목의 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 계약자간 업무편의를 위한 것으로서 제작 전 방문 시에 협의된 내용이 계약요건을 변경할 수 없으며 계약자의 책임을 면제할 수 없다.
- (4) 계약자는 구매자가 품질검사점 선정에 필요한 자료 및 정보 제출을 요구 시에는 그 해당 자료를 구매자에게 제공하여야 한다.

##### 4.4.2. 제작 중 검사

- (1) 제작이 진행되는 동안 제품의 품질을 확인할 수 있는 재료검사, 부분품 치수검사, 부분품 표면검사, 부분품 용접부 검사를 실시한다.
- (2) 계약자는 구매자의 입회점이나 필수확인점에 대하여 실제 작업 최소 5일 전에 구매자의 담당 검사자에게 서면으로 입회요청을 해야 하며 다시 2일 전에 구두로 확인해야 한다.
- (3) 입회검사요청서에는 계약번호, 계약명, 검사품명, 검사공정, 수량, 예정일자, 검사장소, 계약자측 담당자 및 전화번호 등이 포함되어야 한다.
- (4) 제작, 시험, 검사에 적용하는 절차서, 도면 등은 계약요건에 따라 사전에 구매자기술팀

의 검토 또는 필요시 승인을 받아야 한다.

- (5) 검사과정에서 부적합사항이 발견되면 해당 작업을 중단하고 필요한 시정조치 완료 후 필요시 구매자의 재 검사를 받아야 한다.
- (6) 구매자는 검사결과가 만족한 경우에는 승인된 품질검사 및 시험계획 (필요 시 traveller 포함)에 서명하고, 불 만족한 경우에는 부적합보고서 또는 시정조치요구서를 발행하여 부적합 품목에 대한 시정을 요구할 수 있다.

#### 4.4.3. 재료검사

- (1) 계약자는 구매 자재의 인증자료를 제출한다.
- (2) Graphite 원자재 검사 : Mill sheet

#### 4.4.4. 부분품 치수검사

- (1) 계약자는 기계가공 부분품의 치수와 형상검사를 실시한다.
- (2) 치수 검사는 3차원 정밀측정 실시를 원칙으로 한다.
- (3) 정밀 형판(Template)을 제작하여 측정할 수 있다.
- (4) 형판은 3차원 정밀 측정을 통해 사전 검증을 받는다.

#### 4.4.5. 부분품 표면검사

- (1) 계약자는 부분품 내외면에 대한 육안검사를 실시해야 한다.
- (2) 부분품에는 표면결함(패인 곳, 스케일, 크랙 등)이 없어야 한다.

#### 4.4.6. 출하검사

- (1) 계약자는 제품을 제작공장에서 출하를 하려면 아래 사항에 대한 조치가 완결된 후 구매자의 출하검사를 받아야 한다.

가) 출하품목에 관련한 설계, 품질서류의 제출 및 구매자 승인종결

나) 제작, 시험, 검사 및 감사 관련 지적사항 종결 (NCR, CAR 등)

다) 품질증빙서류의 완비 (각종 품질검사 및 기록서류 등)

라) 계약자 품질보증확인서 (certificate of conformance) 발행

마) 재료인 경우에는 적용 기술기준에 따라 재료확인서 (certificate of compliance)

- (2) 상기 사항이 완료된 후 구매자에게 출하검사를 요청하여 그 결과가 만족하면 구매자의 검사자는 출하승인서를 발급하며 불만족할 경우 출하를 보류할 권한을 갖는다.
- (3) 출하승인서의 발급이 선적지시를 의미하는 것은 아니며 계약서에 명시된 별도의 인도일 정 또는 구매자의 지시에 따라 선적을 해야 한다.
- (4) 구매자의 출하승인이 제품의 품질보증을 의미하지 아니하며 구매자가 출하 승인을 한 후 발견된 어떠한 품질문제점에 대한 책임도 계약자에게 있다.
- (5) 품질증빙서류 제출에 대한 세부요건은 구매시방서 서류제출요건에 따른다.

#### 4.4.7. 입고 검사

- (1) 모든 검사 및 시험은 KFE의 입회하에 실시한다.
- (2) 각 검사 및 시험에 대한 성적서와 관련 자료를 KFE에 제출한다.

#### 4.5. 부적합사항 관리

- (1) 계약자는 제작, 시험, 검사과정에서 부적합사항이 발견되면 즉시 해당 품목의 작업을 중지하고 품질보증 요건에 따라 처리하여야 한다.
- (2) 부적합사항의 처리과정이 다종의 작업공정, 검사 및 시험이 요구되는 경우 별도의 품질 검사계획서를 작성하여 구매자의 검토를 받아 시행하여야 한다.
- (3) 부적합품목을 현 상태 사용 (use-as-is) 또는 수리 (repair)하여 사용할 경우 구매자의 승인을 받아야 한다.
- (4) 계약자는 구매자가 승인한 내용에 따라 필요한 조치를 완료하고 구매자의 담당 검사자로부터 종결확인 서명을 받아야 한다.
- (5) 종결된 계약자 부적합사항보고서는 품질증빙서류에 포함되어야 한다.

#### 4.6. 공급자 불일치사항 관리

- (1) 계약자는 계약 이행 과정 중 아래와 같은 구매시방서 요건과 불일치 사항이 발생한 경우에는 “공급자 불일치사항 처리 요청서(SDDR: supplier deviation disposition request)”를 발행하여 구매자에게 제출하여야 한다.

- 가) 제작된 또는 제작 중인 기자재, 용역 및 공사가 구매 계약요건에 맞지 않을 때
- 나) 공급자가 계약서상의 일부 내용을 변경하고자 할 때
- 다) 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. 제출 문서

### 5.1. 적용 범위

- (1) 이 시방서는 계약자가 구매자에게 제출해야 할 각종 서류, 도면 및 품질증빙서류 등에 대한 세부요건을 규정한다.
- (2) 계약서 본문 (계약일반조건, 계약특수조건, 기술시방서 본문 등)에 규정된 요건은 이 시방서에 기술된 내용에 우선하여 계약자에게 적용한다. 만일, 이 시방서와 계약서 본문 내용이 상호 불일치하거나 불명확한 내용이 있을 경우에 계약자는 구매자에게 통보하여 명확한 해석을 받은 후 이행하여야 한다.

### 5.2. 일반요건

- (1) (계약자 의무) 계약자는 이 시방서에서 정하는 대로 계약 이행을 위한 각종 서류 및 도면을 구매자에게 제출하여야 한다.
- (2) (서류품질) 계약자가 제출하는 서류 및 도면은 정상적인 육안으로 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 도면은 계약요건에 따라 업무에 적용하기 전에 구매자의 검토를 받아야 한다.
- (4) (서류식별) 계약자가 제출하는 서류에는 서류명칭, 서류번호, 개정번호, 작성일자 등이 명확하게 기재되어야 하며 서류의 각 면마다 서류번호, 개정번호, 페이지가 표시되어야 한다.
- (5) (서류번호) 계약서요건에 구매자가 제시한 서류분류번호 부여방법이 있을 경우 계약자는 이를 준수해야 한다.
- (6) (서류승인) 계약자가 제출하는 모든 서류에는 작성, 검토, 승인권자의 소속, 직책, 성명, 서명, 일자 등이 포함되어야 한다.

### 5.3. 서류 및 도면의 제출

- (1) 계약자는 제작사양서 접수 후 아래에 명기된 사항이 포함된 제작 추진방안 및 추진일정을 제출하여야 한다.

가) 설계, 제작 및 품질관리 방안

나) 제작 공정표

다) 기타 관련 자료

(2) 제작 전 아래 명기한 자료를 제출해야 한다.

- 가) 제작도면
- 나) 검사 및 시험 절차서
- 다) 제작절차서
- 라) 검사 및 시험 계획서 (ITP)
- 마) 포장 및 운송절차서
- 바) 설치 절차서

(3) 제작 기간 중 아래 명기한 자료를 제출해야 한다.

- 가) 제작공정에 대한 검사 및 시험 성적서
- 나) 주요공정의 제작 진행 상황 사진
- 다) 각 공정별 제작방법 및 품질관리 기록서
- 라) 부적합보고서

(4) 매주 주간 진척사항 및 업무진행 상황을 문서로 작성하여 제출하고, 매월 월간 진도 보고서를 작성하여 제출하고 발표회를 한다.

(5) 완료 시 아래 명기한 자료를 각 5부씩 제출해야 한다.

- 가) 용역 완료보고서(계약, 설계, 제작, 검사, 포장 및 운송 각 단계의 상세내용)
- 나) 제작도면 (상세사항 2.1 참고)
- 다) 제작절차서
- 라) 검사 및 시험 절차서
- 마) 검사 및 시험 계획서 (ITP)
- 바) 검사 및 시험 성적서
- 사) 설치 절차서/운전 절차서
- 아) 주요공정의 제작 진행상황 자료
- 자) 각 공정별 제작방법 및 품질관리 기록서
- 차) 부적합보고서



#### (6) 자료 제출 일정

- 가) 제작 추진방안 및 추진일정 자료: 계약 후 7일 이내
  - 나) 제작 전 제출자료: 계약 후 14일 이내
  - 다) 제작 중 제출자료: 협의 후 결정
  - 라) 완료 시 제출자료: 제품 납품 시 제출
- (7) (자체검토, 승인) 계약자가 구매자에게 제출하는 모든 서류 및 도면은 계약서 및 계약서에서 요구하는 기술기준과 품질보증계획서에 따라 작성, 검토, 승인되어야 한다. 계약자가 자체승인하지 아니한 서류가 구매자에게 제출되어서는 안 된다.
- (8) (용지사용) 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 검색가능, 복사가능, 재생가능, 이중보관 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.

#### 5.4. 품질증빙서류

- (1) (제출요건) 계약자는 모든 작업이 완료되고 품질보증계획서의 요건에 따라 제품을 공급함을 보증하는 품질증빙서류를 구매자에게 제출하여야 한다.
- (2) (품질증빙서류의 종류) 일반적으로 품질증빙서류는 다음과 같다.
- 가) 재/부품 목록 [재료시험성적서 또는 재료확인서 (certificate of compliance) 포함]
  - 나) 제작 중 발생된 각종 시험, 검사보고서
  - 다) 특수 작업 (용접, 비파괴검사, 세정) 기록
  - 라) 부적합보고서 (NCR), 시정조치요구서, 공급자 불일치사항 처리요청서 (SDDR)종결분
  - 마) 최종 제작도면 (final fabrication drawing)
  - 바) 일반규격품 적합성 인증서 (certification of conformance for CGI dedication)
  - 사) 기타 품질검사계획에 의거 요구되는 서류 (공정별 절차서)
- (3) (편철) 품질증빙서류는 편철, 색인, 페이지 부여 등에 있어 찾아보기에 불편함이 없어야

하며 계약자의 책임자가 그 앞 페이지에 최종검토, 확인서명을 해야 한다.

- (4) (식별) 품질증빙서류의 바인더 앞표지에는 품목 WBS, 계약번호, 계약명, 기기명, 계약자 등의 필요한 식별표시가 되어야 한다.
- (5) (제출 서류의 소유권) 계약자가 구매자에게 제출한 서류 및 도면은 구매자의 소유이며 계약자는 제출한 서류 또는 도면의 반환을 요구할 수 없다.

## 6. 특허권 및 소유권

- (1) 계약자는 본 사업의 수행과정에서 계약자가 설계 시 사용하거나 제공한 특허 또는 상품권으로 인하여 발생할 수 있는 어떠한 종류의 책임으로부터 구매자는 완전히 면책되도록 하여야 한다. 단, 구매자가 작성한 구매 사양서 및 도면과 관련되는 사항은 제외된다.
- (2) 본 계약에 의거 계약자가 공급한 기자재 (know-how 포함)가 구매자를 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 제반 지식을 구매자의 사전 승인 없이 국내외 타 project에 임의로 사용하거나 반출할 수 없으며, 이로 인해 야기된 제반 문제에 대해서는 계약자가 모든 책임을 진다.

## 7. 기타


- (1) 계약자는 본 기술시방서에 기술한 모든 재료, 도면, 부품, 제작, 설치, 교정, 수정 및 품질 보증, 하자 보수 등에 대한 업무를 수행함에 있어 적절성 여부를 확인시킬 의무가 있다.
- (2) 모든 설계기준, 제작방법 및 공정, 재료선정, 시험 및 품질관리 등은 관련도면 및 specification에 언급된 사항을 기준으로 하며 계약자가 임의로 변경 적용할 수 없다.
- (3) 관련 규격과 기술규격서에 따라서 설계, 제작, 설치 및 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 구매자에게 제출하여야 하며 이러한 내용의 승인 여부에 대해 구매자는 10일 이내에 계약자에게 통보하여야 한다. 그리고 구매자가 위와 같은 업무 내용을 변경하고자 할 경우에도 반드시 그 사유가 기재된 요청 사유서를 계약자에게 제출하여야 하며 계약자는 10일 이내에 구매자의 요청 내용에 대한 수용 여부를 문서로 회신하여야 한다. 구매자와 계약자 간 합의 없이는 어떠한 사양의 변경은 불가하다.
- (4) 계약자는 구매자가 작성한 도면 및 specification에 언급된 모든 기술사항에 대하여 충분히 검토하여야 하며, 검토 결과 누락된 부분, 미비한 사항, 또는 구매자에서 제시한 사항 보다 우수한 (성능, 수명 등) 대안이 있을 때는 제작 방안 제출 시 계약자의 의견을 이유, 변경방법 및 내용, 장단점 등을 기술하고, 상세 근거 자료를 첨부하여 제출하여야 한다.
- (5) 계약자는 제작 도중 또는 제작이 완료된 후 실행하는 각종 시험 및 검사결과를 통해 구매자의 요구 사항에 미흡하다고 판단될 경우 본 제품을 재가공하는 등의 필요한 수정 및 교정 작업을 수행하여야 한다.
- (6) 계약된 내용의 일부를 제 3자에게 하도급 하고자 할 때는 발주자의 서면 승인을 받아야 한다. 위의 요건에 따라 하도급 한 경우에도 본 계약조건은 동일하게 하도급자에게 적용되며, 계약자는 하도급자가 수행한 업무에 대하여 모든 책임을 진다.
- (7) 제작된 모든 제품은 구매자가 지정된 장소에 설치하여야 하며, 설치 후 검사가 완료되는 시점을 본 계약의 완료 시점으로 한다.
- (8) 계약자는 위와 같이 기술시방서의 내용을 충분히 숙지하여 설계, 제작, 설치 및 사후관리를 보증기간 동안 수행하도록 하며, 제작 및 설치와 성능에 대한 품질보증책임이 있다.
- (9) 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, 가급적 벨트를 사용하고 부득이 쇠고리를 사용할 경우 표면을 보호할 수 있는 조치를 취해야 한다.
  - 작업자가 착용하는 장갑, 신발, 작업복 등은 항상 청결히 해야 한다.
  - 작업장 주위를 청결히 해야 하며, 작업장을 주위 환경으로부터 격리를 시켜서 먼지

나 다른 이물질 (숫가루, 페인트 입자 등)이 들어오지 않도록 해야 한다.

- (10) 안전관리 및 책임에 관한 사항으로 연구소 내 작업 진행에 있어서 필요한 안전조치를 이행하여야 하며, 작업자에 대한 안전관리와 사고 및 복구는 계약자의 책임으로 한다.



## 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	

THE FOLLOWING DOCUMENTS ARE TRANSMITTED FOR YOUR :

☐ Information                      ☐ Approval                      ☐ Review/Comment    ☐ Reference  
☐ Design                              ☐ Quotation                      ☐ Fabrication                      ☐ Construction  
☐ Record                              ☐ Technical Memo                      ☐ \_\_\_\_\_

THESE DOCUMENTS ARE :

☐ Draft                              ☐ Preliminary                      ☐ Final                              ☐ Revision

No.	Document No.	Rev.No.	Q'TY	Description

Remarks :

Distribution List :		Supplier Originator
Organization Name	Division Name	Name :
		Signed _____

Acknowledgement of Receipt :

☐ Not Required;  
☐ Required; Please return a copy of this transmittal after signing bellow  
 Received by : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## 붙임 3 : 검사 및 시험계획서 표지

시공계약자 마크

검사 및 시험계획서(ITP)

Total ○○ Sheets  
(with cover sheet)

품질 검사 및 시험계획서(ITP)

			
<b>Document status</b> <input type="checkbox"/> <b>Approved.</b> <input type="checkbox"/> <b>Approved with comments.</b> Work may proceed subject to comments noted. <input type="checkbox"/> <b>Revise and resubmit.</b> Work may not proceed.			
<b>Note</b> 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

<div style="text-align: center;"> ○○○○○ 제작  검사 및 시험계획서 </div>			공 급 자 :			
			과 제 명 : (필요 항목으로 변경기재 가능)			
			조립단계 : (필요 항목으로 변경기재 가능)			
번호	공정	검사 및 시험종류	적용 규격 및 절차	검사주관		
				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