

	KSTAR 연구사업	개정번호: 0
	기술시방서 (Technical Specification)	발행일자: 17. 11. 15. 페이지: 1 / 29

제 목 : KSTAR 고속이온손실 진단장치 해체 및 이전 설치를 위한 기술시방서


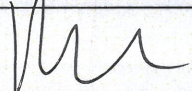

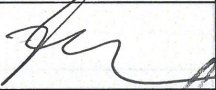
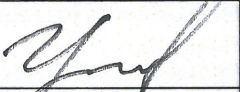
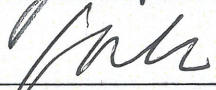

개정 이력

개정번호	개정일자	개 정 사 유
0	2017. 11. 15	KSTAR 고속이온손실 진단장치 해체 및 이전 설치를 위한 최초 발행

관련부서 검토

소속/직책	성 명	서 명	일 자
			. . .

작성, 검토 및 승인

구 분	소속/직책	성 명	서 명	일 자
작성	MHD안정화연구팀 /담당	김 정 희		2017. 11. 15.
검토	MHD안정화연구팀 /담당	이 동 렬		2017. 11. 15.
검토	플라즈마진단연구팀 /팀장	남 용 운		2017. 11. 15.
검토	MHD안정화연구팀 /담당	박 병 호		2017. 11. 15.
검토	고성능플라즈마물리 연구부/부장	윤 시 우		2017. 11. 15.
검토	가열진단연구부/부 장	곽 종 구		2017. 11. 15.
승인	KSTAR 연구센터/부센터장	오 영 국		2017. 11. 16.

목 차

1. 목 적	3
2. 계약 범위	3
3. 주요 사양 조건	10
4. 적용 규격	10
5. 상세 기술 사양	11
6. 제출문서	25
7. 안전	29
붙임 1 : 공급자 불일치사항 처리 요청서	30
붙임 2 : Document Transmittal Sheet	31

1. 목 적

본 계약은 국가핵융합연구소에서 운영 중인 차세대 초전도 핵융합 연구장치인 KSTAR의 진단장치 중 하나인 고속이온손실진단장치 (FILD) 시스템 전체를 현재의 C-port에서 N-port로 이전하고 새로운 port 환경에 맞게 설계 및 제작 설치까지 완료하는 것이 목적이다. N-port에 이전 설치되는 FILD 진단장치는 2018년 시험가동 이후 KSTAR 실험캠페인에서 고속이온손실 데이터를 차질 없이 생산하는 것을 목표로 한다.

2. 계약범위

2.1 일반사항

KSTAR는 핵융합 실험을 위한 초전도토카막으로 진공 용기 내에 연료를 주입하여 고온 고밀도의 플라즈마를 생성하고 초전도코일을 이용하여 생성한 고자장으로 플라즈마를 구속하는 실험 장치이다. 이러한 고온 핵융합플라즈마에서 생성된 고속이온은 플라즈마내 수송의 범위를 넘어서서 KSTAR 장치 진공용기내벽까지 손실되어 충돌되기도 하는데, 이를 진단하고 원인 파악 및 방지하기 위해 고속이온손실 진단장치(FILD) 설치는 필수적이다. 기존에 설치되어 있는 FILD 진단장치는 C-port에 위치해 있으나, 2018년 신규 도입되는 NBI-2 시스템의 armor tile 구조물이 C-port 진공용기내부에 설치되므로 간섭을 피할 수 없게 되었다. 또한 플라즈마 방전 실험중 C-port에 FILD 검출기헤드를 위치시킬 경우 NBI-2 입사에 의한 고열속 또한 진단장치 운전에 지장을 초래할 것으로 예상된다. 이러한 문제점을 피할 수 있으며 손실고속이온 측정이 가능한 위치로서 N-port가 선정되었다. FILD 진단장치 시스템을 새로운 설치위치인 N-port로 이전하기 위하여 현재 C-port FILD 시스템 전체를 해체해야 하며 새로운 port flange 주변 환경에 맞게 재설계를 수행해야 한다. 신규 N-port FILD 진단장치 시스템 설계에서 가장 크게 고려해야 할 사항은 진공용기내부 검출기 헤드 이송장치 간소화인데, 검출기 헤드 내부의 형광체로부터 방출되는 빛을 port flange 바깥에서 관찰 가능한 상태에서 진공용기내부 검출기 헤드 이동 (전진 및 회전운동) 이 자유로워야 한다. 다만, C-port와 달리 간소화된 검출기 헤드 이송시스템에서는 전후방향 최대 스트로크는 약 20 - 30cm의 짧은 거리만 허용하여 기계적인 스트레스를 최소화하고자 한다.

본 계약의 고속이온손실진단장치(FILD) 시스템 구축은 다음과 같은 작업으로 구성된다.

1. 기존 C-port FILD 진단장치 시스템 해체 및 부품별 분류. 분류된 부품 중 광학부품 등 재활용 가능한 부분은 N-port 이전시 재사용 예정.
2. 신규 N-port flange 환경에 맞추어 FILD 진단장치 시스템 재설계. FILD 검출기헤드가 진공용기내부에서 전진, 회전 운동이 가능하도록 설계.
3. 2번항의 설계에 기초하여 신규 N-port FILD 진단장치 시스템 제작

4. 제작된 FILD 진단장치 시스템을 N-port에 설치하고 위치 정렬
5. 최종 정렬 및 FILD 진단장치 성능 시험

이상 1 ~ 5 번은 일차적으로 각각의 부품 및 설치가 발주자가 요구하는 성능을 만족시키되 최종적으로 전체가 하나의 시스템으로 기능하여야 하며 발주자가 요구하는 최종 성능을 만족시키기 위해 발주자의 승인 하에 각각의 개별 부품 성능을 조정할 수 있다. 계약자는 해당 성능들을 만족시킬 수 있는 설계안을 제시된 일정 내에 마련하여야 하며 이 때 설계안은 KSTAR에 기존에 설치되어 있는 장치 및 앞으로 설치될 예정인 장치들과의 간섭을 피하기 위해 발주자의 승인을 통과한 안이어야 한다.

계약자는 승인된 설계안을 통해 제시된 일정 내에 각 부품의 제작 및 자체적인 성능 테스트를 완료하고 테스트 결과를 발주자에게 승인받아야 한다. 계약자는 설치 일정 시작 전에 설치에 필요한 기간 및 방법을 발주자에게 제시 및 논의하여 이를 승인받아야 한다. 발주자는 계약자가 제시한 안을 바탕으로 구체적인 설치 일정 및 일자를 지정하며 실제 설치 및 현장 작업은 해당 일정에 따라 진행되어야 한다. 계약자는 실제 설치 시 필요한 장비 및 간섭 사항 등의 일체를 사전에 파악하여 설치 일정 전에 준비하여야 하며 이 과정에서 발주자가 준비해야 할 사항이 있을 경우 사전에 제시 및 논의하여 발주자의 승인을 받아야 한다.

모든 장치의 진단과정 및 결과는 정량화하고 문서화하여 제출되어야 하며, 제작을 위한 설계 또한 전자화일 및 하드카피로 제출해야 한다. 계약자는 최소 2주에 한 번씩 중간진도를 보고해야하며 문제발생 시에는 즉시 발주자에게 보고해야 한다. 계약에는 장치의 설계도, 철거, 제작 및 설치 절차서, 장치의 제작 및 성능 테스트 보고서, 제작된 장치의 운송, 설치 등 본 고속이온손실 진단시스템 제작 및 설치와 관련된 제반 업무가 포함된다. 또한 계약자는 국가핵융합연구소의 기술적인 요구사항에 적극적인 협조를 하여야 한다.

2.2 문서 및 업무 범위

계약자는 “KSTAR 고속이온손실 진단장치 철거 및 이전 설치”를 위해 필요한, 본 문서에서 언급하는 제반 기술문서를 국가핵융합연구소 (NFRI)에 제출해야한다.

- 기술문서 : 계약자는 다음 항목의 보고서를 납품 시 전자화일과 하드카피로 NFRI에 제출해야 한다.
 1. 설계도 : 장치의 각 부분에 대한 상세설계도면 등
 2. 성능 보고서 : 해당 설계를 통해 달성할 수 있는 고속이온손실진단장치 헤드 이송시스템 및 진단성능에 대한 예상 분석 보고서
 3. 제작 및 설치 절차서 : 설계된 장치를 제작 및 KSTAR에 설치하기 위한 과정 및

방법, 일정에 대한 절차서

4. 시험 성적서 : 제작된 개별 장치 및 KSTAR에 최종 설치된 전체 시스템에 대한 시험 성적서
5. 최종결과 보고서 : 장치의 진단, 제작, 설치 및 시험에 대한 내용을 정량화하여 기술

구 분	내 용	비 고
1. 설계안 작성	1) 고속이온손실진단장치 이송시스템 도면 2) 고속이온손실진단장치 헤드 도면 3) 고속이온손실진단장치 설치 예상 도면 (진공용기내부 및 외부) 4) 광학부품 (beam-splitter, lens set) 및 광섬유번들이 조합이 포함된 제작 도면 5) 기타 NFRI가 요구하는 기술도면	- 제작단계 직전의 최종설계안은 초기설계안과 달라질 수 있음. - 2차원 및 3차원 CAD 도면 등 - 3차원 설치도면 등
2. 설계안 검토 및 승인	1) 초기 설계안 검토 및 승인 2) 현장 인터페이스 최종 점검 3) 제작을 위한 설계안 검토 및 승인 4) 설계된 부품들을 제작하기 위한 제작 절차서 5) 설계된 부품들을 KSTAR에 설치하기 위한 설치 절차서 6) 제작 및 설치 절차서 승인	
3. 철거, 제작 및 설치	1) C-port midplane flange에 설치되어 있는 고속이온손실진단장치 시스템 (FILD) 제거 2) FILD 진단장치 시스템 신규 제작 (진공용기외부) 3) N-port flange, feedthrough 제작 4) FILD 헤드, in-vacuum manipulation 구동 시스템 제작 5) 광학렌즈, 광섬유 등 관련부품을 활용한 광학시스템 조립 및 결합 6) 기타 제작 및 운송, 설치에 필요한 기구물 제작 7) 2) - 5)에 해당하는 제작품 통합 및 설치 (진공용기내부 거치대 용접 작업 포함)	
4. 검사	1) FILD 진단장치 in-vacuum manipulation 구동 시스템 동작 및 성능 테스트 2) 광학 시스템 성능 테스트 3) 진공부품 (flange, feedthrough 등) 진공테스트 4) 각 부품 조립 및 현장 설치 간섭 테스트	모든 시험 및 절차는 계약자의 업무 범위에 포함되며 시험 방안 및 절차는 발주자와 반드시 협의한 후 수행하여야 함

5. 운송 및 설치 전 테스트	1) 제작된 부품 운송 및 입고 2) 설치 전 조립 테스트 3) 조립된 시스템 동작 및 성능 테스트	
6. 설치 및 철거	1) 철거 일정, 설치 일정, 절차 제시 및 승인 2) 철거 및 설치시 간섭 사항 최종 점검 3) 설치 일정에 따른 단계적 설치	모든 설치 절차 및 일정은 발주자와 반드시 협의한 후 수행하여야 함
7. 검사 및 시험	1) 최종 테스트 및 보고서 작성 2) 설치 후 성능 미달 시 유지 보수 업무 수행	

표 1 제작자의 업무 범위

2.3 책임

- 제작자는 상기품목을 본 기술시방서에 따라 설계, 성능 시험, 설치 및 사후관리를 보증기간동안 수행하고, 제작 및 설치결과와 성능에 대한 품질보증책임이 있다.
- 제작자는 서류제출요건에 명시된 문서를 정해진 기간 내에 제출하여 발주자의 승인을 받아야 한다.
- 제작자는 관련규격 및 기술 규격서에 따라서 설계, 제작, 검사 및 시험하는 것을 원칙으로 하나, 기능상 변경이 인정되는 부분은 발주자와 충분한 사전협의를 거쳐 성능과 계약금액에 영향을 주지 않는 범위 내에서 수정할 수 있다.
- 계약상대자가 계약된 내용의 일부를 제3자에게 하도급 하고자 할 때에는 발주자의 서면 승인을 받아야 한다.
- 위의 요건에 따라 하도급한 경우에도 본 계약조건은 동일하게 하도급자에게 적용되며, 계약상대자는 하도급자가 수행한 업무에 대하여 모든 책임을 진다.
- 계약자는 본 문서에서 규정되어있지 않더라도 장치의 성능 및 정상운전을 위해 꼭 필요하다고 판단 될 경우, 발주자와 협의 후 설계, 제작을 수행한다.
- NFRI 납품에 따른 운반비용뿐만 아니라 반입되는 모든 장비의 각종 통관 및 인허가 관련 업무와 비용은 별도의 명시가 없는 한 계약자가 전면 부담한다.

2.4 납품 및 설치장소 : 핵융합특수실험동 주장치실 D0층

2.5 품질

KSTAR 고속이온손실 진단장치 철거 및 이전 설치는 KSTAR에서 준비하는 모든 제반 시설과의 부합되어야 하므로 발주자와의 긴밀한 협조와 사전에 협의 한 내용을 충분히 숙지하여야 한다. 이를 만족하지 못하는 경우 KSTAR 시설 및 공동실험에 매우 심각한 피해를 입힐 수 있으므로 기준에 맞는 매우 신뢰성이 높은 고품질의 제작

관리가 필요하다. 따라서 품질관리업무는 본 문서의 “품질 보증 및 절차”에 따라 수행한다.

2.6 품질 보증 및 절차

2.6.1. 용어의정의

이 절은 기술시방서에 명시된 대로 구매품목, 기자재제작, 수리 또는 시공의 작업공정에 대한 구매자의 품질검사권한, 검사진행요령, 계약자의 자체품질관리책임 등을 규정한다.

2.6.2. 용어의정의

(1) 구매자: 국가핵융합연구소(NFRI) 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 포함 함.

(3) 품질검사계획(Quality Plan 또는 Inspection & Test Plan) : 공급품목의 구분, 작업공정설정, 적용서류의 명시, 검사자 입회점 등을 포함하는 서류로서 계약자가 작성하여 작업착수 이전에 구매자의 검토를 받아야함.

(4) 입회점(Witness Point) 계약자가 작업을 진행하기 이전에 구매자에게 서면으로 입회검사를 요청해야하는 중요제작 및 시험검사단계로서 그 입회검사결과가 만족한다는 구매자의 확인서명 후에 다음공정을 진행할 수 있음. 다만 계약자가 구매자에게 입회요청을 명확하게 하였고 구매자가 입회할 의사가 없음이 확인되면 계약자판단하에 작업을 진행할 수 있음.

(5) 필수확인점(Hold Point) : 입회점보다 더 중시되는 제작 및 시험검사단계로서 구매자가 입회하거나, 또는 구매자가 입회 할 의사가 없음을 서류상으로 확인하기 전에는 해당작업을 진행할 수 없음.

(6) 출하승인서 : 구매자가 계획한 모든 입회검사 결과가 만족할 경우 구매자가 계약자에게 발행하는 서류로서 제작공장에서 제품을 출하하기 위해서는 본 출하승인서를 사전에 발급받아야함. 출하승인서는 품질증빙서류와 같이 기자재 인도 시 구매자에게 제출되어야하며 출하승인서가 없을 경우 구매자는 기자재인도를 거부할 수 있음. 단, 구매자의 형편에 따라 출하검사를 생략할 수 있음.

(7) 검사: 어떤 품목 또는 업무가 명시된 요건에 일치하는지를 확인하기 위하여 시험, 조사 또는 측정등을 하는 행위로서 이 부록에서는 품질검사, 입회검사, 검사 등으로 표시됨.

2.6.3 계약자 자체 품질검사요건

(1) 계약자의 품질검사조직은 계약서요건, 계약서가 요구하는 기술기준, 구매자가 검토한 설계서류 및 품질보증계획서 등의 요건에 맞는 품질검사 업무를 관리할 수 있도록 해당 검사관련 지시서, 절차서 등을 작성하여 이행하여야 한다.

(2) 품질검사관련 업무에는 품질보증, 설계, 구매, 제작, 성능시험, 검사, 포장, 취급, 선적, 운송 등이 포함된다.

(3) 구매자의 검사 또는 공인검사를 받기 전에 계약자의 자체품질검사가 선행되어 필요한 후속조치가 완료되어야 한다. 계약자의 자체품질검사가 선행되지 아니하였을 경우 구매자는 검사진행을 거절할 수 있다. 다만, 성능시험, 검사 등 부득이한 검사공정의 경우에는 구매자와 계약자검사인원이 동시에 검사를 진행할 수 있다.

(4) 계약자는 원활한 구매자의 품질검사를 위해 구매자의 비용지불 없이 구매자의 품질검사가 계약자의 해당공장 출입, 자료열람 및 검사장비사용등 관련업무에 협조해야 한다.

2.6.4 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 받아야하며 구매자는 계약자품질검사계획에 구매자의 품질검사점(입회점, 필수확인점)을 선정한다.

(2) (기술기준의 준수) 품질검사계획은 계약요건에 의해 적용되는 모든 기술기준을 준수할 수 있도록 제작 및 시험검사공정이 설정되어야 한다.

(3) (작성방법) 품질검사 및 시험계획에는 최소한 다음 사항이 포함되도록 해야 한다.

- ① 계약번호 및 계약명
- ② 기기명, 기기번호
- ③ 품질검사계획번호 및 개정번호
- ④ 작업, 시험, 검사공정
- ⑤ 공정별 적용서류(절차서, 도면 등) 및 개정번호
- ⑥ 계약자 자체 입회점 및 필수확인점
- ⑦ 구매자 입회점 및 필수확인점 표시란
- ⑧ 검사결과 확인서명란
- ⑨ 해당 공정의 품질보증기록 제출여부 등

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

(5) 계약자는 구매자가 요구하는 경우 문서를 제출한다.

2.6.5 구매자의품질검사요건

(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 정보제출을 요구시에는 그

해당자료를 구매자에게 제공하여야 한다.

(5) 제작이 진행되는 동안 제품의 품질을 확인할 수 있는 재료검사, 부분품 치수검사, 부분품 표면검사, 부분품 용접부 검사를 실시한다.

(6) 계약자는 구매자의 입회점이나 필수 확인점에 대하여 실제 작업 최소 30일전에 구매자의 담당 검사자에게 서면으로 입회요청을 해야 한다.

(7) 입회검사 요청서에는 계약번호, 계약 명, 검사품명, 검사공정, 수량, 예정일자, 검사장소, 계약자 측 담당자 및 전화번호 등이 포함되어야 한다.

(8) 제작, 시험, 검사에 적용하는 절차서, 도면 등은 계약요건에 따라 사전에 구매자기술팀의 검토 또는 필요시 승인을 받아야 한다.

(9) 검사과정에서 부적합사항이 발견되면 해당 작업을 중단하고 필요한 시정조치 완료 후 필요시 구매자의 재검사를 받아야 한다.

(10) 구매자는 검사결과가 만족한 경우에는 승인된 품질검사 및 시험계획(필요시 traveller 포함)에 서명하고, 불만족한 경우에는 부적합보고서 또는 시정조치요구서를 발행하여 부적합 품목에 대한 시정을 요구할 수 있다

(11) 계약자는 제품을 제작공장에서 출하를 하려면 아래사항에 대한 조치가 완결된 후 구매자의 출하검사를 받아야 한다.

- ① 출하품목에 관련한 설계, 품질서류의 제출 및 구매자 승인종결
- ② 제작, 시험, 검사 및 감사 관련 지적사항 종결 (NCR, CAR 등)
- ③ 품질증빙서류의 완비(각종 품질검사 및 기록서류 등)
- ④ 계약자 품질보증확인서 (Certificate of conformance) 발행
- ⑤ 재료인 경우에는 적용 기술기준에 따라 재료확인서 (Certificate of conformance)

(12) 상기 사항이 완료된 후 구매자에게 출하검사를 요청하여 그 결과가 만족하면 구매자의 검사 자는 출하승인서를 발급하며 불만족할 경우 출하를 보류할 권한을 갖는다.

(13) 출하승인서의 발급이 선적지시를 의미하는 것은 아니며 계약서에 명시된 별도의 인도일정 또는 구매자의 지시에 따라 선적을 해야 한다.

(14) 구매자의 출하승인이 제품의 품질보증을 의미하지 아니하며 구매자가 출하 승인을 한 후 발견된 어떠한 품질문제점에 대한 책임도 계약자에게 있다.

(15) 품질증빙서류 제출에 대한 세부요건은 구매시방서 서류제출요건에 따른다.

(16) 현장조립 및 검사 시 모든 검사 및 시험은 NFRI의 입회하에 실시한다.

(17) 현장조립 및 검사 시 모든 검사 및 시험에 대한 성적서와 관련자료를 NFRI에 제출한다.

2.6.6 부적합사항관리

(1) 계약자는 제작, 시험, 검사과정에서 부적합사항이 발견되면 즉시 해당품목의 작업을 중지하고 품질보증요건에 따라 처리하여야한다.

(2) 부적합사항의 처리과정이 다중의 작업공정, 검사 및 시험이 요구되는 경우 별도의 품질검사계획서를 작성하여 구매자의 검토를 받아 시행하여야 한다.

(3) 부적합품목을 현상태사용(Use-As-Is) 또는 수리(repair)하여 사용할 경우 구매자의

승인을 받아야 한다.

(4) 계약자는 구매자가 승인한 내용에 따라 필요한 조치를 완료하고 구매자의 담당검사자로부터 종결확인 서명을 받아야 한다.

(5) 종결된 계약자부적합사항 보고서는 품질증빙서류에 포함되어야 한다.

2.6.7 공급자불일치사항관리

(1) 계약자는 계약이행과정 중 아래와 같은 구매시방서요건과 불일치사항이 발생한 경우에는 “공급자불일치사항처리요청서(SDDR; Supplier Deviation Disposition Request)”를 발행하여 구매자에게 제출하여야 한다.

- 제작된 또는 제작 중인 기자재, 용역 및 공사가 구매계약요건에 맞지 않을 때 공급자가계약서상의 일부내용을 변경하고자 할 때

- 부적합사항에 대해 현상태사용(Use-As-Is) 또는 수리(repair) 사용 시

(2) 계약자는 공급자불일치사항처리요청서가 종결되지 않은 상태에서 기자재 또는 용역 및 공사를 출하할 수 없다.

(3) 공급자불일치사항처리요청서는 부적합사항보고서(NCR ; Non-Conformance Report)의 처리수단으로는 가능하나 그 대체목적으로는 발행할 수 없다.

(4) 종결된 공급자불일치사항처리요청서는 품질증빙서류에 포함되어야 한다.

3. 주요사양 조건

3.1 허용오차

- 제작품은 ASME 코드 규격을 준수한다.
- 기계가공시 일반 기계가공 공차를 적용한다.
- 설치 시 인터페이스는 NFRI에서 책임을 지지 않으며 계약자에게 책임이 있다.

3.2 검사 및 시험

- 계약자는 제작관련 검사 및 시험 절차서를 작성하여 NFRI의 승인을 받도록 한다.
- 모든 검사 및 시험은 검사 및 시험 계획서에 따르는 것을 원칙으로 한다. 단, NFRI에서 계약자에게 일임할 경우에 한해서 계약자가 진행할 수 있다.
- 검사 및 시험 기준은 본 기술시방서의 적용 규격에 따라 실시한다.
- 제작 중 검사 및 시험 내용 및 기준은 표 2와 같다.
- 계약자는 성적서 및 보고서를 제출한다.
- 검사에 필요한 모든 구성품 및 자재는 계약자가 공급한다.
- 제작 중 검사 시 요구조건에 부합되지 않은 사항이 발생할 경우 그에 따른 책임은 계약자에게 주어진다.

4. 적용규격

모든 제작, 설치, 인증 작업들은 주관기관이 작성한 제작지침(Design Criteria, 재료 특성, 및 본 문서 등)을 우선한다. 기타 필요한 곳에는 각종 KS 규격을 사용하고 JIS 규격 등(KS 규격이 없을 경우)을 참조한다. 공급자는 여기에 표시되지 않는 유사한 규격 및 표준을 적용할 때는 발주자의 승인을 얻어야 한다. 제작도는 Auto CAD 로 작성한다.

4.1 제작도면

- 2차원 도면
 - "Auto CAD" , A1 규격.
 - 제출본은 A3 용지 사용.
- 3차원 도면
 - 진단장치 공간 할당, 진단장치 동작 범위 및 설치 인터페이스를 파악하기 위함으로 계약자가 사용 가능한 소프트웨어 사용

4.2 문서

- 문서작성
 - "HWP" 형식으로 작성 및 제출.
 - "MS Word Processor"를 이용할 경우 NFRI의 사전 승인을 받도록 함.
 - 발표자료 : "MS Power Point" 이용.

5. 상세 기술 사양

계약자에 대한 발주자의 요구사항은 설계안 작성, 설계안 검토 및 승인, 제작, 검사, 운송 및 설치 전 테스트, 설치 및 철거, 검사 및 시험의 단계로 구분되어 있다. 각 부분별 요구사항은 다음과 같다.

5.1 설계안 작성

계약자는 다음과 같은 항목에 대한 설계안을 마련하고 이를 바탕으로 각 항목에 대한 상세 설계도를 작성하여야 한다. 각 항목은 개별적으로 제시된 요구 조건을 만족하여야 하되 전체 항목이 조립되었을 때 통합적으로 동작할 수 있도록 유기적으로 설계되어야 한다. 또한 제안된 설계안을 통해 얻을 수 있는 시스템의 최종 성능에 대한 분석이 이루어져야 하며

전체 성능을 만족시키기 위해 각 개별 항목의 성능을 조정하고자 할 때는 발주자와 협의 후 승인을 거쳐야 한다.

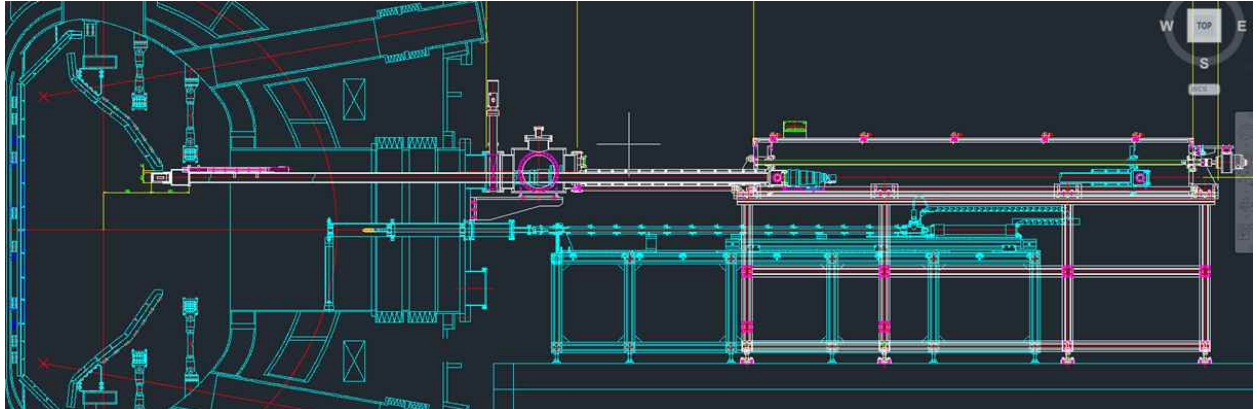


그림 1 현재 C-port FILD-1 시스템. 전체 시스템을 분해하고 절거한 뒤 재활용 부품을 분류함.

5.1.1 C-port FILD 시스템 철거

본 계약을 통해 수행해야 할 작업은 그림 1에 표시된 C-port FILD-1 시스템 철거와 N-port FILD 시스템 제작, 설치로 나뉜다. 우선 그림 1의 C-port FILD 시스템의 벨로우즈, SUS 튜브, 중간챔버, 진공용기내부 가이드 튜브 등을 차례로 분해한 뒤 C-port 주변 FILD 시스템 관련 전기신호선 및 앰프 등과 함께 제거한다. 또한 CCD 카메라와 광증배관으로 연결되는 광학렌즈와 광섬유번들 및 광학부품 등도 모두 제거해야 하며 N-port FILD 시스템에 재활용이 가능한 주요 부품은 주장치실 또는 진단실 3층의 지정된 랙 안에 N-port FILD 제작시점까지 보관해야 한다. 특히 C-port FILD 헤드 이송장치의 SUS 구조물 등은 중량물이므로 크레인 운전 자격을 갖춘 작업자에 의해 제거되어야 하며, 같은 C-port에 설치되어 있는 Fast-Reciprocating Langmuir Probe Array (FRLPA) 시스템에 간섭이 없도록 작업이 진행되어야 한다.

5.1.2 N-port FILD 시스템

본 계약의 N-port FILD 시스템은 진공용기내부 부품 (검출기 헤드, port 내부 거치대, in-vessel manipulator, feedthrough, 전용 flange) 과 진공용기 외부 부품 (광섬유번들, manipulator 제어부, 광학부품 거치대, 방사선 차폐체, 신호선) 으로 나뉜다.

- 검출기시스템 계통

N-port FILD 시스템이 설치될 port flange는 기존에는 ECH launcher를 위해 사용되었으나, 용도와 운용 방식이 다른 FILD 시스템이 설치됨에 따라 기존 port flange를 사용할 수 없다. 따라서 N-port FILD 시스템에 맞는 port flange가 새로 제작되어야 하며, 이에 맞는 feedthrough도 제작되어야 한다. N-port에는 Thomson Scattering 진단장치 카세트가 설치되어 있으므로 기존 C-port용 게이트밸브는 사용이 불가하다. 또한 기존의 long-range stroke를 갖는 이송장치 시스템 설치가 용이하지 않은 환경이므로 FILD 헤드를 거치대와

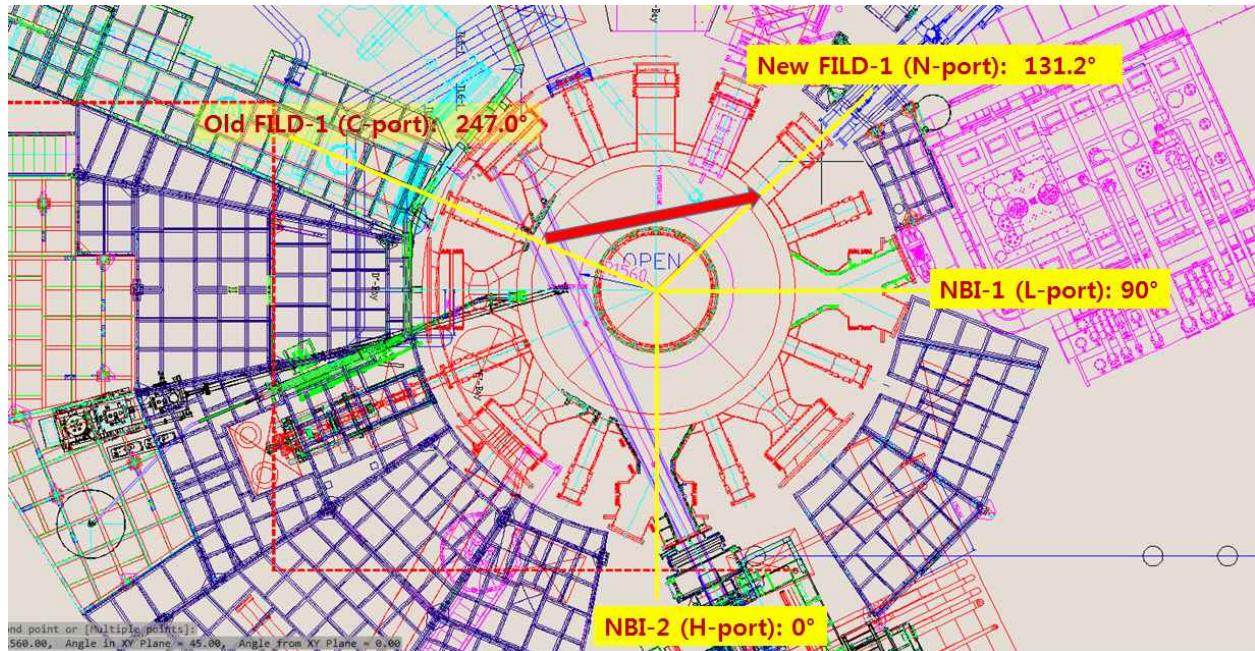


그림 2 기존 (C-port) FILD 시스템 위치와 새로 이전 설치될 위치 (N-port)

함께 진공용기내부에 설치하고 검출기 헤드 내부 scintillator로부터 발생하는 형광을 포집할 수 있는 viewport를 N-port flange에 만들어야 한다. FILD 헤드와 viewport 사이는 산란광을 비롯한 잡광 유입을 막기 위하여 (stray, scattering light) SUS 가이드 튜브로 연결해야 하는데 viewport 전방에 벨로우즈를 사용할 경우 게이트밸브 장착이 진공계통 안전에 필수적이다. 그러나 viewport 내부에 벨로우즈가 장착될 경우 별도의 게이트밸브가 필요하지는 않으나 feedthrough에 FILD 헤드 위치 제어를 위한 케이블이 추가로 배치되어야 한다. 또한 N-port FILD 헤드 내부 감시용 할로겐램프를 작동시킬 수 있는 전원케이블, 검출기 헤드 내부온도 감시용 열전대 신호케이블 및 향후 Faraday cup 등으로 진단성능을 확장시킬 수 있는 신호케이블이 feedthrough를 통해 연결되어야 한다.

본 진단계 계통은 후에 서술할 in-vacuum manipulator FILD 헤드 위치 제어 시스템에 의해 in-vacuum manipulator와 연동되며, in-vacuum manipulator에 연결될 SUS 경통 및 벨로우즈 연결부위 및 구조는 발주자와 계약자간 긴밀한 논의후 설계단계에서 최종 결정될 예정이다.

- 광신호 전송 계통

N-port viewport에 직접 연결되는 광학부품은 빔 스플리터이며, 두 개로 나뉜 빛은 한쪽은 CMOS 카메라, 다른 쪽은 광증배관으로 전달된다. CMOS 카메라와 광증배관으로 연결되는 망원렌즈 시스템은 기존 C-port FILD-1 시스템에 사용했던 것을 재활용할 예정이나, 광학 정렬, 렌즈에 의한 섬광체판 (scintillator plate) 확대 정도는 설치 이후 확인한 뒤 추가 조정할 필요가 있다. 렌즈 시스템 후방에는 CMOS 카메라 방향으로 압축광섬유가이드, 광증배관쪽으로 16채널 광섬유번들이 사용되어야 한다. 그림 3에서는 CMOS카메라와 망원렌즈를 압축광섬유가이드로 연결한 예를, 그림 4에서는 CMOS 카메라 및 광증배관 전달용 광섬유를 체결하기 전 망원렌즈 두 세트를 viewport 후방에 고정한 예를 보여준다.

- CMOS용 광계통

N-port FILD 시스템과 가까운 port에 NBI-1 가열장치가 위치해 있으며 2018년 이후 NBI-2 운용으로 중성자 및 감마선 발생량이 증가할 것으로 예상된다. 따라서 고속카메라를 port flange의 viewport에 직접 장착시키는 기존 방법 대신 압축광섬유가이드를 통해 원거리에 설치해야 한다. CMOS 카메라가 설치될 박스는 그림 3과 같은 방식으로 중성자 및 감마선 차폐체 (보론화 폴리에틸렌, 파라핀, 납) 를 제작해야 한다. 본 진단장치에 사용할 CMOS 카메라는 ISO number가 높은 고감도 제품이므로 (Photron사, AX-50 모델) 중성자 차폐체의 두께는 30cm 이상으로 제작하여야 한다.

압축광섬유가이드는 유연성이 있는 제품으로서 N-port flange의 viewport로부터 주장치실 바닥에 설치할 고속 CMOS카메라까지 약 4m 정도 길이를 연결하는 역할을 한다. 차폐체 구조는 모든 광계통을 조립한 상태에서 카메라를 용이하게 설치 및 철거할 수 있도록 분리 가능한 구조이어야 하며 고속 CMOS 카메라의 동작에 필요한 제반 케이블 등을 고정할 수 있는 부품을 포함하여야 한다. 압축광섬유가이드는 핵융합플라즈마 실험기간동안 주장치실 내부 경 X-선 차폐를 위해 SUS 플렉시블 재킷으로 둘러싸여 있으며 광섬유가이드가 통과하는 영역에서 여유 공간이 있을 경우 중성자 차폐체를 사용해야 한다.

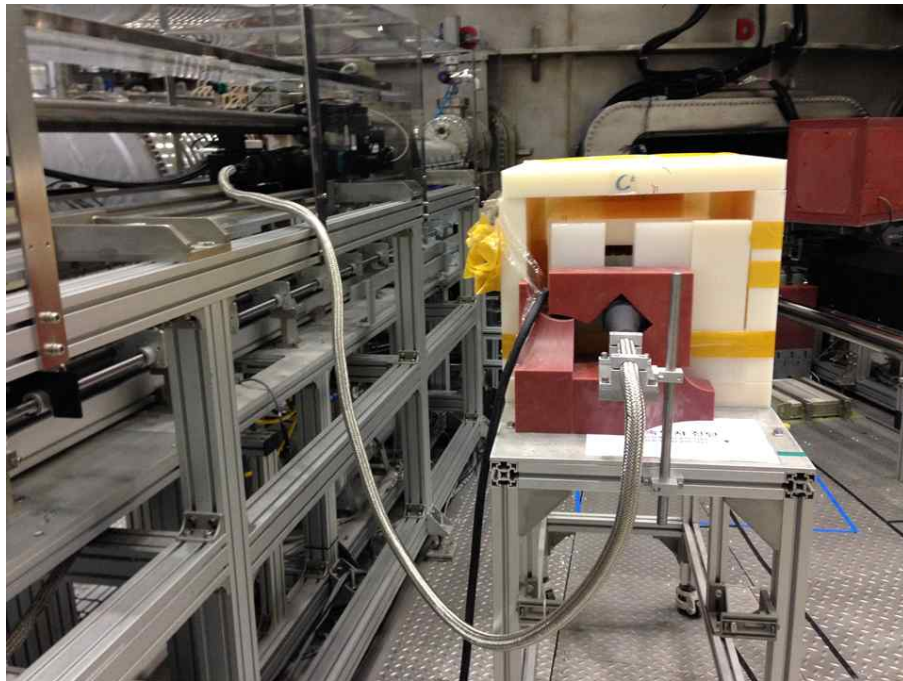


그림 3 FILD용 고속CMOS 카메라 방사선 차폐체 설치 예. 카메라 거치대 및 차폐 구조물은 중성자속 노출을 최소화하기 위해 압축광섬유가이드를 이용하여 N-port쪽 주장치실 바닥에 설치해야 함.

- 광증배관용 광계통

광증배관용 광계통은 뷰포트와 빔스플리터를 통해 진공용기내부 FILD 헤드내 섬광체 (scintillator) 로부터 방출되는 빛을 포집하여 16채널 광증배관에 전달하는 시스템으로서 본 계약에서는 광증배관까지 전달 가능한 16채널 광섬유다발을 망원렌즈시스템에 결합하

는 구조물을 조립해야 한다. 본 시스템에서는 기존 C-port FILD 시스템에 사용한 망원렌즈시스템과 일부 광학부품을 재활용하되 새로운 N-port 시스템에 맞추어 무진동 광학부품 거치대를 제작해야 한다.

또한 광섬유다발이 연결될 광증배관 박스는 기존의 자기장 차폐체 이외에 배경 감마선 영향을 광증배관 전류신호에서 최대한 배제시키기 위해 납 차폐체를 추가해야 한다.

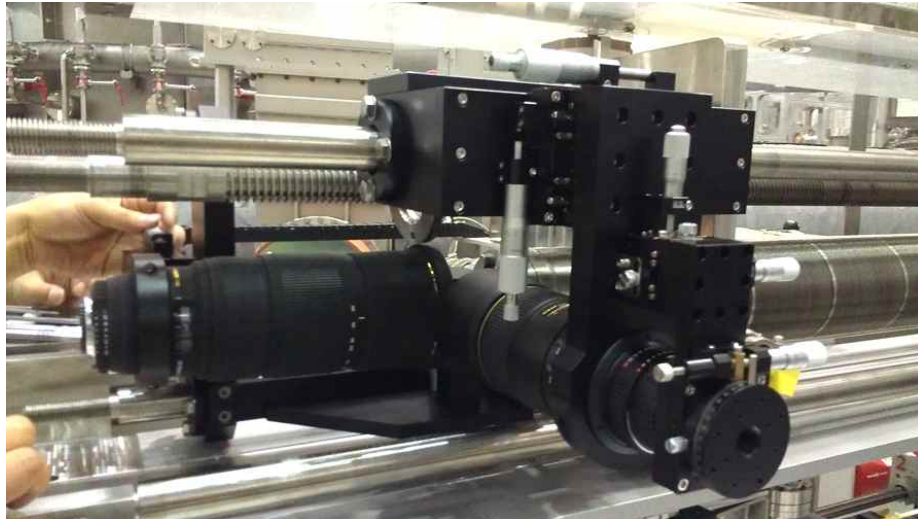


그림 4 섬광체에서 생성된 형광을 CMOS카메라와 광증배관으로 전달하기 위한 망원렌즈 시스템 제작 예. (C-port FILD-1)

5.1.3 N-port FILD 헤드 설계 및 제작

N-port에 새로 설치될 FILD 헤드는 기존 C-port FILD-1 헤드 또는 I-port FILD-2 헤드와 같은 설계를 기반으로 하나 (그림 5, 6), 본 계약과 분리된 별도의 전산모사를 통해 N-port mid-plane 하부에서 고속이온손실량이 낮다고 판단될 경우 헤드 설계사양이 바뀔 수 있다. 이때 바뀌게 되는 헤드 설계 사양은 3차원 슬릿 구조와 흑연 열차폐체 표면 형상 등이다.

예상되는 N-port FILD 헤드의 위치는 기존 ECH launcher 주변이며 그림 7에 표시되어 있다. N-port 바닥의 IVCC 인입선 및 Thomson Scattering 진단용 카세트와 간섭을 피하여 설치하기 위해 계약자-발주자간 논의를 통해 소폭 수정될 가능성이 있다. 이 경우 Thomson Scattering 진단 담당자와 line-of-sight 간섭 여부를 검토해야 한다.

제작된 FILD 헤드는 C-port의 경우와 마찬가지로 진공용기내부 가이드를 통해 거치됨과 동시에 in-vacuum manipulator를 통해 전후 방향으로 움직일 수 있도록 설치되어야 한다.

5.1.4 N-port FILD 헤드 위치 제어용 모듈

N-port에 새로 설치될 FILD 헤드는 기존의 long-range 이송시스템이 아닌 short-stroke 시스템으로 위치 제어를 수행할 예정이다. 이를 위해 in-vacuum manipulation 장치 및 이를 구동하기 위한 제어시스템을 구성한다.

- FILD-1 head를 진공용기 내부에서 지지하는 in-vessel guide

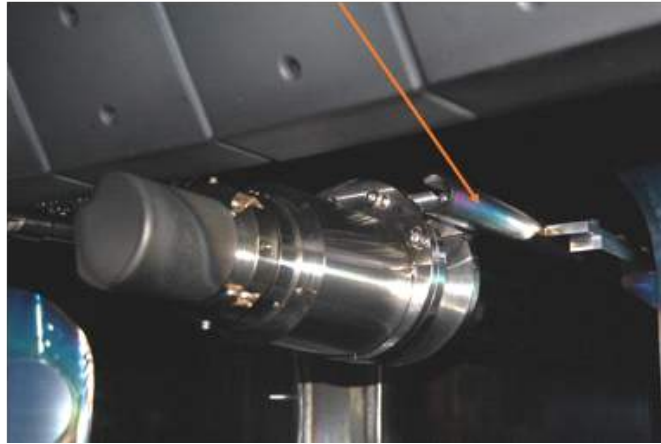


그림 5 진공용기내부 FILD 헤드 거치 예시 (C-port FILD-1). N-port의



그림 6 N-port에 신규 설치될 FILD 헤드와 유사한 설계가 예상되는 FILD-2 헤드.

Thomson Scattering 진단 광학계, 카세트



예상되는 FILD 진단장치 설치 위치 (ECH system은 제거됨)

- Position of FILD-1 @ N-port (for the simulation)
 - $R = 2.28\text{m}$, $Z = -0.24\text{m}$ (FILD 헤드 slit 위치 기준)
 - Toroidal angle: 131.2° (NBI-2 (H-port) 0° 기준, 반시계방향으로 각도 증가)
 - Limiter angles: $143^\circ \sim 147^\circ$, $168^\circ \sim 172^\circ$, $188^\circ \sim 192^\circ$

그림 7 N-port FILD 헤드의 설치 예상 위치.

- In-vacuum manipulation system

진공용기내부에 설치된 거치대에서 FILD 헤드는 전진, 회전 운동을 할 수 있어야 한다. 이러한 manipulator 시스템은 본 계약에서 가장 중요한 부분이며, 이를 수행하기 위해 전진, 회전 운동을 모두 지원하는 소형 in-vacuum manipulator가 FILD 헤드 후방 또는 측면에 장착되어야 한다. 기본적으로 이러한 manipulator는 공압으로 동작시키는 것을 기본 방식으로 채택할 것이며 공압 연결부는 진공 경계 (flange) 바깥쪽에 위치하는 것이 바람직하다. 이 시스템의 진공용기내부 상태를 감시하거나 제어할 신호 케이블은 N-port feedthrough를 통해 제공된다. Manipulator를 통하여 진공용기내부 FILD 헤드의 기계적 움직임을 제어하는 방안과 핵심부품 및 드라이브 방식은 계약자와 발주자간 논의 후 설계 단계에서 결정되어야 한다.

- FILD 헤드 위치 감시 및 제어시스템

KSTAR 플라즈마 실험중 본 진단장치 (FILD) 헤드 위치는 실시간으로 감시되어야 하며 플라즈마 성능에 따라 위치 변경이 자유로워야 한다. 이를 위해 PLC 기반의 제어시스템이 구동되어야 하며, FILD 헤드 위치 manipulator가 공압으로 구동되는 경우 C-port FILD-1 시스템의 PLC 로직이 호환될 것이므로 기존 제품을 재활용하여 본 시스템에 통합할 계획이다. 그러나 기존 게이트밸브를 사용하지 않으므로 진공계 인터락 로직을 새로 구성해야 하며, N-port의 stroke 길이가 너무 짧거나 제어시스템이 낙후되어 호환되지 않을 경우에는 새로운 위치 감시, 제어 시스템을 개발해야 한다.

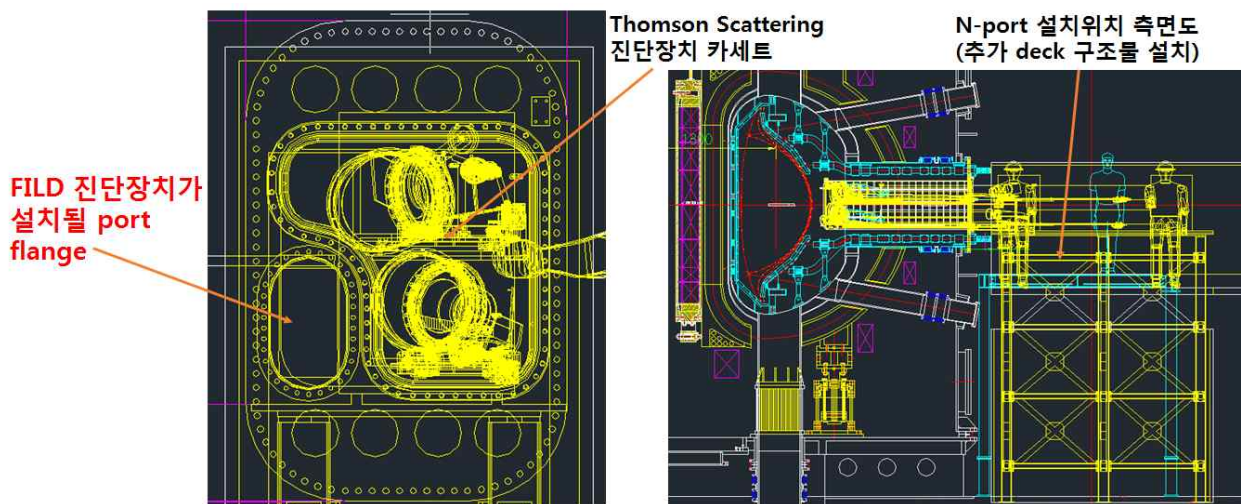


그림 8 새로운 FILD 진단장치 시스템이 설치될 N-port. 설치 해당하는 port flange (왼쪽), N-port FILD 시스템 거치를 위한 deck 구조물 예시 (오른쪽)

본 계약에서 요구하는 고속이온손실 진단장치(FILD)를 설계하는 과정에서 in-vacuum manipulator의 경우 동작 성능을 향상시키기 위해 개조할 수 있다. 모든 개조 작업은 상용품이 제공하는 진공 차폐 성능과 manipulator 동작 성능을 저하시키지 않는 범위 내에서 이루어져야 하며 개조한 부품에 대해서는 발주자가 요청하는 방식으로 진공 테스트 및 동작 시험을 수행하여야 한다. 또한 제작에 사용되는 재료는 자장에 대한 영향이나 내열

성, 내방사선성 등 KSTAR 실험에 필요한 성능을 해당 재료 이상으로 갖추었다고 발주자가 승인한 재료만을 사용하여야 한다. 계약자는 이상의 조건을 만족하는 설계안을 마련하여 발주자의 승인을 받은 후 상세 설계 작업을 진행하여야 하며 해당 과정에서 발주자가 요청하는 기술적인 요구 사항에 성실히 응하여야 한다.

5.1.5 최종 성능 분석

본 계약에는 최종적으로 설계된 모든 시스템을 통합하였을때의 성능을 분석한 보고서 작성이 포함되며, 보고서에는 다음과 같은 사항이 포함되어야 한다.

- 1) In-vacuum manipulator 예상 동작 성능 (설계상 최대 stroke 가능 여부, 전후진 및 회전 운동 가능 여부)
- 2) 진공용기내부 FILD 헤드 장착후 예상 동작 성능 (진공용기내부 가이드에 안정적으로 장착되어 전후진 운동 여부)
- 3) N-port에 전체 시스템이 통합되었을 때 진공용기 내외부 간섭 여부 및 유지보수 공간 확보 여부

5.2 설계안 검토 및 승인

계약자는 위 내용이 모두 포함된 설계안을 지정된 기간 내에 제출하여야 하며 발주자의 입회하에 해당 설계안에 문제가 없는지 현장에서 인터페이스 사항을 점검 및 확인하여야 한다. 해당 현장 점검 과정에서 발주자가 제공한 도면 등이 실제 상황과 일치하는지를 확인할 책임은 계약자에게 있다. 또한 설계안의 승인 후 지정된 기간 내에 제작 및 설치 절차를 제출하여 승인받아야 한다. 절차서의 작성은 다음 원칙을 준수한다.

- 1) 제작 및 품질관리에 필요한 제작절차서, 시험 및 검사 절차서, 설치 절차서를 발주처에 제출하여 승인을 받는다.
- 2) 제작절차서는 가공, 및 조립절차를 기술한다.
- 3) 시험 및 검사절차서는 제작 중 장비 인증, 완제품 검사 및 시험 절차를 기술한다.
- 4) 포장 및 운송절차서는 제작물의 품질을 유지할 수 있는 운송절차를 기술한다.
- 5) 현장 설치절차서는 타 장치와 인터페이스를 고려하여 설치방법, 설치순서, 기간 및 설치를 위해 필요한 작업 공간 등에 대해 자세히 기술한다.
- 5) 제작 완료시점을 기준으로 2주일 이내에 완료된 공정에 대한 보고서 또는 검사 및 시험 성적서를 제출하도록 한다.
- 6) 세부 제작 공정에 대한 보고서는 주간보고서로 대체할 수 있다.

5.3 제작

본 계약을 통해 제작하는 물품들은 다음 원칙을 준수한다.

- 1) 제작자는 구매 자재의 인증자료를 제출한다.
- 2) 자재는 발주처에서 최종 승인한 업체에서 구매해야 한다.
- 3) 관련 사양 및 도면에 언급되지 않거나 누락된 재료와 그 사양에 대해서는 제작자가 임의로 결정해서는 안 되며 반드시 용도, 사양, 카탈로그 등 관련 자료를 서면으로 제출하여 발주처의 승인을 득한 후 사용한다.
- 4) 필요한 곳에는 각종 KS 규격을 사용하고 JIS(KS 규격이 없는 경우) 규격 등을 참조한다.
- 5) 모든 기계가공 작업은 표면보호를 위해 수용성 윤활제 사용을 원칙으로 한다.
- 6) 황, 인, 망간 및 실리콘이 함유된 윤활제 사용을 금한다.
- 7) 용접 및 소프트 솔더링 부위는 반드시 세정 작업을 거친 후 실시하도록 한다.
- 8) 제작 단계에서 용접부의 결함이 발생할 경우 부적합 보고서를 발행하도록 하며 발주자의 승인을 받아 교정 작업을 실시한다.
- 9) 품질관리를 위한 클립(Clip) 또는 패드(Pad)등은 NFRI와 협의하여 부착하거나 제거할 수 있다.
- 10) 계약자는 전용 작업장을 확보하여 제작한다.
- 11) 전용 작업장 내에 제작 대기품목을 보관할 경우에는 이물질이 묻지 않도록 받침대를 설치하고 포장을 하여 파손 및 오염 우려가 없는 안전한 곳에서 관리해야 한다.

제작 과정에서 상용품의 납품이 필요한 경우에는 다음 원칙을 준수한다.

- 1) 납품 품목의 기본 사양은 본 기술시방서에 명시된 품목과 동일하거나 그 이상의 품질이 인증된 것이어야 한다. 명시되지 않은 품목은 발주자와 논의를 거친 뒤 결정한다.
- 2) 제품의 사양, 조립 및 설치방법, 전원 및 유틸리티 요구조건 등과 같은 제품 활용에 필요한 제반 기술요건이 포함된 카탈로그 또는 매뉴얼이 제공되어야 한다.
- 3) 가능한 경우, 제품 도면을 제출하도록 한다. 최소한, 제품 외형을 알 수 있는 도면은 반드시 제공되어야 한다.
- 4) 필요한 경우 품질을 입증할 수 있는 검사 및 시험 성적서 또는 보고서를 함께 제출하도록 한다.

5.4 검사, 운송 및 설치

본 계약을 통해 제작된 물품들은 다음의 검사를 수행하여야 한다. 검사 과정에서 준수하여야 할 사항은 다음과 같다.

- 1) 계약자는 제작관련 검사 및 시험 절차서를 작성하여 발주자의 승인을 받도록 한다.
- 2) 모든 검사 및 시험은 검사 및 시험 계획서에 따르는 것을 원칙으로 한다. 단, 발주자가 계약자에게 일임할 경우에 한해서 계약자가 진행할 수 있다.
- 3) 검사 및 시험 기준은 본 기술시방서 3, 4장의 적용 규격에 따라 실시한다. 단, 설계

과정에서 기술 사양을 별도로 합의한 경우에는 이를 우선한다.

- 4) 제작중 검사 및 시험 내용 및 기준은 표 3과 같다.
- 5) 계약자는 성적서 및 보고서를 제출한다.

검사 및 시험 내용		기준	주관	비고
In-vacuum manipulator 시스템 (진공용기내부 FILD 헤드 거치용 가이드 용접 포함)	재료검사	절차서	계약자	
	치수검사	절차서	계약자	
	진공 테스트	발주자 요청 기준	계약자	
	동작 테스트	절차서	계약자	PLC 제어 연동 테스트 포함
	완제품 외관검사	육안검사	발주자	
FILD 진단장치 통합 시스템	재료검사	절차서	계약자	
	치수검사	절차서	계약자	
	광성능 테스트	절차서	계약자	CMOS 카메라 촬영
	동작 테스트	절차서	계약자	PLC 제어 연동 테스트 포함
	완제품 외관검사	육안검사	발주자	
Deck 상부 FILD용 table frame	재료검사	절차서	계약자	
	치수검사	절차서	계약자	
	완제품 외관검사	육안검사	발주자	
부품 조립 테스트	조립검사	절차서	계약자	
	완제품 외관검사	육안검사	발주자	

표 2 제작 품목에 대한 검사 및 시험 리스트

제작된 물품을 운송할 시에는 다음의 원칙을 준수한다.

- 1) 포장 및 운송 절차서를 작성하여 발주자의 승인을 받은 후에 납품하도록 한다.
- 2) 설치 또한 절차서 및 일정을 작성 및 제출하여 발주자로부터 사전 승인을 받도록 한다.
- 3) 이송 및 설치의 발주자의 입회하에 수행하는 것을 기본 원칙으로 한다. 단, 발주자의 승인 하에 계약자가 단독으로 설치에 임할 수 있다.
- 4) 부품, 재료, 제품 포장 및 운반 등은 관련 Specification과 도면에 명기된 사항을 기준으로 한다.
- 5) 제작품이 포장된 박스 내에서 흔들리거나 움직이지 않도록 고정시켜야 한다.
- 6) 조립현장으로 옮겨진 후 오염 또는 손상이 발생되었는지 검사하여야 하며, 이상 발견 시 수정해야 한다.
- 7) 제작품의 부분품도 청결하고 건조한 폐쇄공간에 보관해야 한다. (Site Condition 유지)

납품이 완료된 후에는 다음의 검사를 수행하여야 한다.

검사 및 시험 내용		기준	주관	비고
납품품목	납품품목 검사	품목 리스트	계약자	
설치 전 테스트	진공 관련 부품 진공 테스트	발주자 요청 기준	계약자	발주자 입회
	조립 인터페이스 검사	육안검사	계약자	
	부품 조립 후 최종 광성능 및 FILD 헤드 manipulator 구동 테스트	절차서	계약자	

표 3 납품 및 설치 전 검사 리스트

운송 후 현장설치 업무는 발주자의 감독 하에 계약자가 담당한다. 설치 시 필요한 모든 공구류, 특정 툴 등은 계약자 측에서 설치 전에 통보되어야 한다. 현장설치 절차 및 주의 사항, 주요 기술에 관한 기술지원을 발주자가 요청 시 계약자는 제공하여야 한다. 설치 과정에서 철거 및 이동이 필요한 기존 시설물의 여부는 계약자가 사전에 확인하여 발주자의 감독 하에 조치하여야 한다. 발주자의 조치가 필요한 경우 반드시 사전에 요청하여야 하며 계약자가 설계안 검토 후 절차서 작성 과정에서 확인하지 않은 간접 사항에 대한 책임은 계약자에게 있다.

설치 업무에는 본 계약을 통해 제작된 모든 부분품과 부분품의 동작에 필요한 제반 부대설비의 설치가 포함된다. 또한 본 계약에는 고속이온손실 진단장치 (FILD) 가 동작하기 위한 제반 케이블들 (광섬유번들 포함) 과 공압 라인 (필요한 경우) 을 deck 주변 및 트레이에 포설하는 업무 또한 포함된다. 설치 후 각 부품의 구동 시험 및 성능 시험에 필요한 모든 정보는 계약자에서 제공하여야 하며 모든 시험은 발주자 주관으로 진행한다. 설치 후 수행하여야 할 검사는 다음과 같다.

검사 및 시험 내용		기준	주관	비고
설치 후 테스트	설치품목 정위치 여부 검사	육안검사	발주자	동작 테스트와 연동
	설치 후 최종 광성능 테스트	절차서	계약자	현장에서 CMOS 카메라 촬영
	설치 후 최종 동작 테스트	절차서	계약자	
	절연 검사	절차서	계약자	

표 4 설치 후 검사 리스트

5.5 일정

- 계약자는 착수회의 발표 자료에 세부 추진 일정표를 첨부하여 발표해야 한다.
- 계약자가 제출하는 일정표는 본 기술시방서 내용 및 설치관련 인터페이스가 고려되어 작성되어야 한다.

- 계약자는 업무를 수행하는 과정을 주단위로 보고하여야 하며, 기술적인 변경이 발생할 경우 발주자에게 미리 알려야 하며, 발주자의 요청에 따라 비정기적인 회의에 반드시 응해야 한다.
- 추진 일정표는 아래 표와 같다. 단, 이 일정표는 본 기술시방서 작성 시점을 기준으로 하고 있다. 계약자는 발주자가 기술적인 필요에 의해 변경시킨 추진일정에 맞출 수 있도록 적극 협조하여야 한다.
- 설치 공사를 하는 시점에는 타 장치와 설치 인터페이스를 재차 검토해야 하며, 주어진 일정 내에 설치를 진행하여 타 장치의 설치에 간섭이 발생하지 않도록 하여야 한다.
- 설치는 반드시 계약자의 자체 사유나 이에 따른 일정 지연 등의 이유로 변경할 수 없다. 그러므로 반드시 정해진 계획과 일정에 의거하여 기간 내에 완료되어야 한다. 단, 귀책사유가 제작자에게 있지 아니하거나 업무 내용 변경 등으로 인하여 일정조정이 불가피할 경우 발주자의 승인을 받아 일정을 조정할 수 있으며, 그 승인 양식은 추후 발주처에서 제공한다. 계약자가 일정을 제시할 경우 통합일정에 위배되거나 조정이 필요한 사안이 발생할 시에는 일정조정에 대한 의무가 계약자에게 있다.
- 제작은 계약자의 작업장에서 주로 이루어지며, 부득이한 경우 NFRI에서 행해진다. 제작 및 설치상의 변경이 불가피할 경우 발주자의 승인을 받아 조정하며, 승인 양식은 추후 발주처에서 제공한다.
- 설치 공사가 진행될 때, 기설치 되어 있는 구조물의 변경이 필요할 경우 NFRI의 승인이 필요하며 최종적으로 구조물을 최대한 원상 복구할 수 있어야 한다.
- 방진 지지대 설치 공사시 각종 자재와 구조물 반입경로에 대한 사전 계획이 수립되어져야 하며 이를 제출하여 발주자 측 하드웨어 설치 통합부서의 확인을 받아야 한다.
- 구체적인 설치 일정은 NFRI의 KSTAR 실험 및 가열장치 시험가동 일정에 따라 변경될 수 있으며 시스템의 설치, 진공 용기 내 작업 등 KSTAR 장치에 영향을 줄 수 있는 작업의 경우 발주자가 작업 일자를 지정할 수 있다.
- 검수 시 모든 실험 상황을 점검할 수 없는 KSTAR 장치의 특성에 따라 검수 후 2년간 KSTAR 실험 진행 과정에서 계약 요건에 미진한 사항이 발견될 경우 추가적인 테스트 및 시스템 보수 등을 수행하여야 하며 테스트 및 보수는 KSTAR의 실험 일정에 지장을 주지 않도록 발주자가 지정하는 기간에 수행되어야 한다.

KSTAR 고속이온손실 진단장치 해체 및 이전 설치 일정																	
작업내용		시작일	종료일	소 요 일	2017~2018년												
					11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
기존 FILD 시스템 해체	C-port FILD 시스템 해체 및 철거	17.12.18	17.12.31	13													
	주요 부품 지정장소 보관	17.12.20	17.12.31	11													
설계안 작성	설계 자료 수집 및 초안 작성	17.12.15	18.01.15	31													
	각 부품 설계안 및 도면 작성	18.01.15	18.02.10	26													
	예산 성능 보고서 작성	18.02.10	18.02.15	6													
설계안 검토 및 승인	설계안 검토 및 승인	18.02.05	18.02.20	16													
	현장 점검 및 절차서 작성	18.02.10	18.02.20	11													
	절차서 승인	18.02.20	18.02.25	6													
제작 및 검사	진공부품 (flange, feedthrough 등) 제작 및 검사	18.02.20	18.04.20	60													
	In-vacuum manipulator 구동 시스템 제작 및 검사	18.02.20	18.04.30	71													
	FILD 헤드 및 진공용기내 가이드 제작 및 검사	18.03.01	18.04.20	51													
	FILD 위치 제어장치 재활용 구성 및 검사	18.03.16	18.04.30	45													
	Deck 상부 guide table 및 기구물 제작 및 검사	18.03.01	18.04.30	62													
	카메라용 차폐체 제작 및 검사	17.03.16	18.04.30	62													
운송 및 설치	부품 운송 및 조립 테스트	18.05.01	18.05.10	10													
	N-port 현장 설치 (설치용 구조물 포함)	18.05.11	18.05.31	21													
	진공용기 내부 가이드 정렬확인 및 설치	18.05.11	18.05.31	21													
	제어장치 및 각종 케이블류 설치	18.05.11	18.05.31	21													
최종 검사 및 보고서 작성	최종 검사	18.06.01	18.06.15	15													
	보고서 작성	18.06.16	18.06.30	15													

표 5 해체, 설계, 제작 및 설치 일정

6. 제출 문서

6.1 적용범위

- (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.

6.2 용어의 정의

1) 구매자

핵융합연구센터 또는 그의 위임자를 의미하며, 공사 계약의 경우 발주자로도 정의함.

2) 계약자

구매자에게 계약에 의거 기자재 및 용역을 공급하는 자 또는 공사 계약을 체결한 자로서 이 시방서에서는 공급자, 판매자, 하도급 계약자 등을 포함함.

3) 서류

계약 이행을 위하여 계약자가 구매자에게 제출해야 할 설계, 구매, 품질, 사업관리업무 등에 관련된 계획서, 지시서, 절차서, 규격서, 도면 등을 총칭하는 말로서 좁은 의미로 사용시에는 도면은 제외됨.

4) 품질증빙서류

품질보증활동결과 생산된 각종 시험, 검사 등의 관련서류를 종합 정리한 것으로서 계약요건에 따라 구매자에게 제출됨.

5) 품질보증확인서(Certificate of Conformance)

공급품목 또는 역무가 해당요건(계약서 및 계약서에서 요구하는 기술기준 등)에 만족하는 정도를 확인하도록 권한이 부여된 자에 의해 서명 또는 인증된 서류.

6) 재료확인서 (Certificate Of Compliance)

재료가 해당요건(계약서 및 계약서에서 요구하는 기술기준 등)에 만족하고 있다는 것을 입증하는 증명서.

6.3 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.

6.4 서류 및 도면의 제출

- 1) 제작자는 계약 후 아래의 명기한 문서를 제출시기에 맞게 발주처에 제출하여야 한다.

구 분	제출 문서	제출시기	수 량	비 고
제작 및 설치 전 제출 문서	- 제작도 - 검사 및 시험 절차서 - 설치 절차서	계약 후 4개월 이내	5 부	A4 규격
제작 및 설치 기간 중 제출 문서	- 제작공정에 대한 검사 및 시험 성적서 - 주요공정의 제작 진행상황 사진 - 각 공정별 제작방법 및 품질관리 기록서 - 부적합 보고서	설치기간 중	5 부	A4 규격 제작도(A3)
정기 제출 문서	- 주간 진척사항 및 업무진행 상황	매주 목요일	1 부	A4 규격
제작/설치 완료시 제출 문서	- 제작도면 (Jig & Fixture 포함) - 검사 및 시험 절차서 - 검사 및 시험 성적서 - 설치절차서 - 주요공정의 제작 진행상황 자료 - 각 공정별 제작방법 및 품질관리기록서 - 부적합 보고서	설치완료 검사 후	5 부	A4 규격 제작도(A3)
	- 위의 내용들을 수록한 전자 File CD	설치완료 검사 후	5 Set	

- ※ 설치기간 중 제출 문서는 필요한 경우 NFRI가 제출을 요구할 수 있으며, 주요 공정이나 제작방법이 변경되었을 때 공급자에게 추가적으로 제출을 요구할 수 있다.
- 2) (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 안된다.
 - 3) (용지사용) 서류에는 일반적으로 A4용지를 사용하며 도면에는 크기에 따라 A0, A1, A2, A3 등의 용지를 사용한다.
 - 4) (전자매체의 사용) 구매자의 요청에 따라 전자매체를 이용한 서류를 제출하는 경우가 전자매체는 관리기준이 수립, 운영된 것이어야 하며 검색가능(Retrievalable), 복사가능(Copiable), 재생가능(Reproducible), 이중보관(Duplicable) 등의 품질요건이 충족되어야 한다.
 - 5) (제출) 계약자는 서류 송부전(붙임 4)을 사용하여 서류 및 도면을 구매자에게 제출하여야 한다.
 - 6) (재고기록) 계약자는 구매자가 제공한 품목의 물량에 대한 재고기록을 유지하고 구매자의 요청시 재고기록보고서를 구매자에게 서면으로 제출하여야 한다.

6.5 기록매체 제작 및 검사요건

- 1) 기록매체(CD-ROM, USB 등)에 수록할 모든 자료(도면 및 문서)는 전자파일 그대로 수록하는 것을 원칙으로 한다.
- 2) CD-ROM에 수록할 모든 자료(도면 및 문서)의 Image File Format은 CCITT Group4 TIFF 압축 방식 또는 PDF(Portable Document Format)를 사용한다.
- 3) Image File은 화면 검색 및 출력 시 판독이 가능한 해상도(200DPI 이상)를 유지하도록 Scanning되어야 한다.
- 4) 도면 및 문서의 Image File 변환 시 Scanning 축척은 1:1로 하여야 한다.
- 5) 도면인 경우는 Multipage TIFF (1개의 이미지파일 내에 다수개의 페이지를 모두 포함시킬 수 있는 파일포맷)를 사용할 수 없으며, 문서인 경우에 한하여 Multipage TIFF를 사용한다.
- 6) CD-ROM에 수록할 경우 자료의 목록과 원문 이미지 데이터가 연계될 수 있도록 수록 폴더명, 파일명(File Name) 등을 동일하게 부여하여 수록토록 하여야 한다.
- 7) 전자매체에 수록하여 보관되는 모든 기록물은 사업주 전산시스템에 등록 가능한 형태의 자료이어야 한다.
- 8) (기록검사) 계약자가 제출한 전자매체에 수록된 기록물은 구매자의 내부기준(수량 검사 및 파일 수록상태 검사, 화질 검사, 검색 연동성 검사 및 외관 검사, 표준 색인 목록 검사 등)에 따라 별도의 인수검사를 하여 전자매체 및 수록된 기록물의 품질

이 불량하다고 판정시에는 인수를 거절할 수 있다.

6.6 품질증빙서류

- 1) (제출요건) 계약자는 모든 작업이 완료되고 품질보증계획서의 요건에 따라 제품을 공급함을 보증하는 품질증빙서류를 구매자에게 제출하여야 한다.
- 2) (품질증빙서류의 종류) 일반적으로 품질증빙서류는 다음과 같다.
 - ① 자재/부품 목록[재료시험성적서 또는 재료확인서(Certificate Of Compliance) 포함]
 - ② 제작중 발생한 각종 시험, 검사보고서
 - ③ 특수작업(용접, 비파괴검사, 세정) 기록
 - ④ 부적합보고서(NC), 시정조치요구서, 공급자 불일치사항 처리요청서(SDDR)종결분
 - ⑤ 최종 제작도면(Final Fabrication Drawing)
 - ⑥ 일반규격품 적합성 인증서(Certification of Conformance for CGI Dedication)
 - ⑦ 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 바인드 앞표지에는 품목 WBS, 계약번호, 계약명, 기기명, 계약자 등의 필요한 식별표시가 되어야 한다.
- 5) (제출서류의 소유권) 계약자가 구매자에게 제출한 서류 및 도면은 구매자의 소유이며 계약자는 제출한 서류 또는 도면의 반환을 요구할 수 없다.


7. 안 전

KSTAR 고속이온손실 진단장치의 제작, 시험동작 시 모든 안전에 대한 통제는 NFRI 규정을 따라야한다.

붙임1 : 공급자 불일치사항 처리 요청서

[illegible]

붙임 2 : Document Transmittal Sheet

	Document Transmittal Sheet		FAX	
			TEL	
			E-mail	
NFRI Registration No :			Filer	
	Name	Work Group		
From			TRANS. DATE (yyyy/mm/dd)	/ /
To	김 정 희	NFRI 고성능플라즈마물리연 구부 / MHD안정화연구팀	TRANS. NO.	
ATTN			JOB NO.	
CC			PROJECT	KSTAR 고속이온손실 진 단장치 해체 및 이전 설치
<p>THE FOLLOWING DOCUMENTS ARE TRANSMITTED FOR YOUR</p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Information</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Approval</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Review/Comment</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Reference</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Design</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Quotation</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Fabrication</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Construction</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Record</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Technical Memo</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> _____</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> _____</div> </div> <p>THESE DOCUMENTS ARE</p> <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Draft</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Preliminary</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Final</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Revision</div> </div>				
No.	Document No.	Rev. No.	Q'TY	Description
1			1	
2				
	- END -			
<p>Remarks :</p> <p>1. 문서내용 기입</p>				
Distribution List :			NFRI Originator	
Organization Name	Division Name	Name :		
		Signed _____		
<p>Acknowledgement of Receipt :</p> <p><input type="checkbox"/> Not Required;</p> <p><input type="checkbox"/> Required; Please return a copy for this transmittal after signing below</p> <p>Received by : _____ Date : ____/____/____</p>				