



Document Number	IT-PD-401-22/00002
Document Date	15-March-2022
Version	1..0
Revision Date	15-March -2022
Ext. Reference	

ITER 상부포트 18번 공학 해석 및 구조건전성 평가 용역 기술시방서

	Name	Action	Affiliation
Author	Hee Jin Shim	15-March -2022 : Signed	KODA/SED/DCTT
Reviewer	Byunghoon Yoon	15-March -2022 : Recommended	KODA/QMD
Reviewer	Hangsung Kim	15-March -2022 : Recommended	KODA/QMD
Approver	MunSeong Cheon	15-March -2022 : Approved	KODA/SED/DCTT



History of Revision

Rev. No.	Date	Description
1..0	15-March -2022	



KO comment

Name	Comment
Hee Jin Shim	
Hangsung Kim	
Byunghoon Yoon	
MunSeong Cheon	

ITER 상부포트 18 번 공학 해석 및 구조건전성 평가**목 차**

1	목 적	- 2 -
2	계약범위 및 용역기간.....	- 2 -
2.1	계약범위	- 2 -
2.2	용역기간	- 4 -
3	상세 기술 사양	- 5 -
3.1	용어 정의	- 5 -
3.2	장치 개요	- 5 -
3.3	상부포트 18 번 진단장치	- 7 -
3.4	주요 해석 업무	- 9 -
4	적용 규격.....	- 13 -
4.1	등급 분류	- 13 -
5	업무추진 요구사항.....	- 14 -
6	특기 사항	- 14 -
7	제출 문서.....	- 15 -
7.1	제출항목 및 제출시기	- 15 -
7.2	문서 제출	- 16 -
8	품질보증 요건	- 16 -
8.1	일반사항	- 16 -
8.2	계약이행 조직의 구성	- 17 -

ITER 상부포트 18 번 공학 해석 및 구조건전성 평가

1 목 적

본 기술시방서는 한국핵융합에너지연구원(KFE) ITER 한국사업단 (이하 “발주자”) 에서 “국제핵융합실험로 (ITER) 공동개발사업”의 일환으로 추진 중인 “ITER 상부포트 18 번 공학 해석 및 구조건전성 평가” 용역 수행에 필요한 기술 사양과 제반 조건을 기술하고 있으며, 다음과 같은 업무 수행을 목적으로 한다.

(1 과제) 열수력 해석

(1-1) ITER 상부포트 18 번 포트플러그 (Port Plug)/차폐모듈 (DSM) 열수력 해석

(1-2) ITER 상부포트 18 번 중성자방사화시스템 (NAS) 열수력 해석

(2 과제) 포트플러그 (Port Plug) /차폐모듈 (DSM) 해석

(2-1) ITER 상부포트 18 번 포트플러그 (Port Plug)/차폐모듈 (DSM) 전자기해석 모델 격자 생성

(2-2) ITER 상부포트 18 번 포트플러그 (Port Plug)/차폐모듈 (DSM) 열전달 해석

(2-3) ITER 상부포트 18 번 포트플러그 (Port Plug)/차폐모듈 (DSM) 구조 건전성 평가

(3 과제) 인터스페이스 지지구조물 (ISS) / 포트셀 지지 구조물 (PCSS) 해석

(3-1) ITER 상부포트 18 번 인터스페이스 지지구조물 (ISS)/포트셀 지지구조물 (PCSS) FRS 해석

(3-2) ITER 상부포트 18 번 인터스페이스 지지구조물 (ISS)/포트셀 지지구조물 (PCSS) 구조건전성 평가

2 계약범위 및 용역기간

공급자는 본 시방서에서 언급하고 요구하는 모든 기술 사양 및 제반 조건을 만족시켜야 하며, 본 용역 수행에 필요한 기술 인력, 필요 장비 및 관련된 자료를 확보하여야 한다. 용역기간은 2.2 항에 따라 계약후 약 15 개월 이내이며, 발주자와 세부 일정을 조정할 수 있다.

공급자는 본 시방서에서 요구하고 있는 기술 사양 및 제반 기준에 대하여 필요 시 발주자의 승인을 취득한 후 각각의 공정을 진행하여야 하며, 발주자의 기술적인 요구 사항에 적극적으로 협조를 하여야 한다. 또한 공급자는 본 시방서에 명기된 요건과 발주자가 제공하는 설계자료 및 참고자료를 기반으로 하여 세부 기술 업무를 수행하여야 한다. 업무 수행시 ITER 국제기구 (이하 IO)의 가이드라인을 준용하여야 한다.

2.1 계약범위

본 “ITER 상부포트 18 번 공학 해석 및 구조건전성 평가” 용역을 통해 수행하여야 할 상세업무 내용 및 예상 결과물은 Table 2-1 - Table 2-3 과 같다.

ITER 상부포트 18 번 공학 해석 및 구조건전성 평가

Table 2-1 세부 업무 내용 (1 과제 : 열수력 해석)

업무 내용	예상 결과물
(1-1) ITER 상부포트 18 번 포트플러그/차폐모듈 열수력 해석 - 단순화 모델링 및 격자 생성 (진단장치 3 종 포함) - Operating 및 Baking 조건 해석 - 해석결과 분석 및 압력강하, 온도, 대류열전달계수, 유량 도출 - 필요시 설계 요구조건을 만족하는 설계 개선 (유량분배, 온도분포 등) - ITER 보고서 양식 기반 영문 보고서 작성 및 IO 승인	- 해석 결과 보고서 - 해석 파일
(1-2) ITER 상부포트 18 번 중성자방사화시스템 열수력 해석 - 단순화 모델링 및 격자 생성 - Operating 및 Baking 조건 해석 - 해석결과 분석 및 압력강하, 온도, 대류열전달계수, 유량, 유량별 압력강하 도출 - ITER 보고서 양식 기반 영문 보고서 작성 및 IO 승인	- 해석 결과 보고서 - 해석 파일

Table 2-2 세부 업무 내용 (2 과제 : 포트플러그/차폐모듈 해석)

업무 내용	예상 결과물
(2-1) ITER 상부포트 18 번 포트플러그/차폐모듈 전자기 해석 모델 격자 생성 - 전자기 해석용 격자 생성	- 격자 생성 파일
(2-2) ITER 상부포트 18 번 포트플러그/차폐모듈 열전달 해석 - 단순화 모델링 및 격자 생성 (진단장치 3 종 포함) - Operating 및 Baking 조건 해석 (plasma radiation 계산 포함) - 해석결과 분석 및 구조물 온도 분포 도출, 진단장치 인터페이스 데이터 도출 - ITER 보고서 양식 기반 영문 보고서 작성 및 IO 승인	- 해석 결과 보고서 - 해석 파일
(2-3) ITER 상부포트 18 번 포트플러그/차폐모듈 구조건전성 평가 - 단순화 모델링 및 격자 생성 (진단장치 3 종 포함) - 제공된 Load Combination 에 따른 하중 조건 해석 - Code and Standard (RCC-MR 2007)에 따른 해석 결과 분석 및 하중 평가 - 필요시 설계 요구조건을 만족하도록 설계 개선 - ITER 보고서 양식 기반 영문 보고서(2 건) 작성 및 IO 승인	- 해석 결과 보고서 (구조해석 보고서 및 구조건전성 평가 보고서) - 해석 파일

ITER 상부포트 18 번 공학 해석 및 구조건전성 평가

Table 2-3 세부 업무 내용 (3 과제 : 인터스페이스 지지구조물/ 포트셀 지지구조물 해석)

업무 내용	예상 결과물
(3-1) ITER 상부포트 18 번 인터스페이스 지지구조물/ 포트셀 지지 구조물 FRS derivation 해석 - 단순화 모델링 및 격자 생성 - Modal 해석 수행 및 분석 - 제공된 토카막 빌딩 FRS 를 기반으로 진단장치 인터페이스 지점의 FRS 도출 - ITER 보고서 양식 기반 영문 보고서 작성 및 IO 승인	- 해석 결과 보고서 - 해석 파일
(3-2) ITER 상부포트 18 번 인터스페이스 지지구조물/ 포트셀 지지 구조물 구조건전성 평가 - 단순화 모델링 및 격자 생성 - 제공된 Load Combination 에 따른 하중 조건 해석 - Code and Standard (RCC-MR 2007/ASME/AISC/ EN1993)에 따른 해석 결과 분석 및 하중 평가 - 필요시 설계 요구조건을 만족하도록 설계 개선 - ITER 보고서 양식 기반 영문 보고서(2 건) 작성 및 IO 승인	- 해석 결과 보고서 (구조해석 보고서 및 구조건전성 평가 보고서) - 해석 파일

2.2 용역기간

본 용역의 계약기간은 계약시점부터 FDR 이 완료되는 기간이 포함된 15 개월을 기준으로 한다. 공급자는 계약이후 용역 상세공정을 개발하되, 세부 일정은 발주처 또는 IO 일정에 따라 조정될 수 있도록 계획되어야 한다. 본 용역 관련 주요 일정은 Figure 2-1 과 같다.

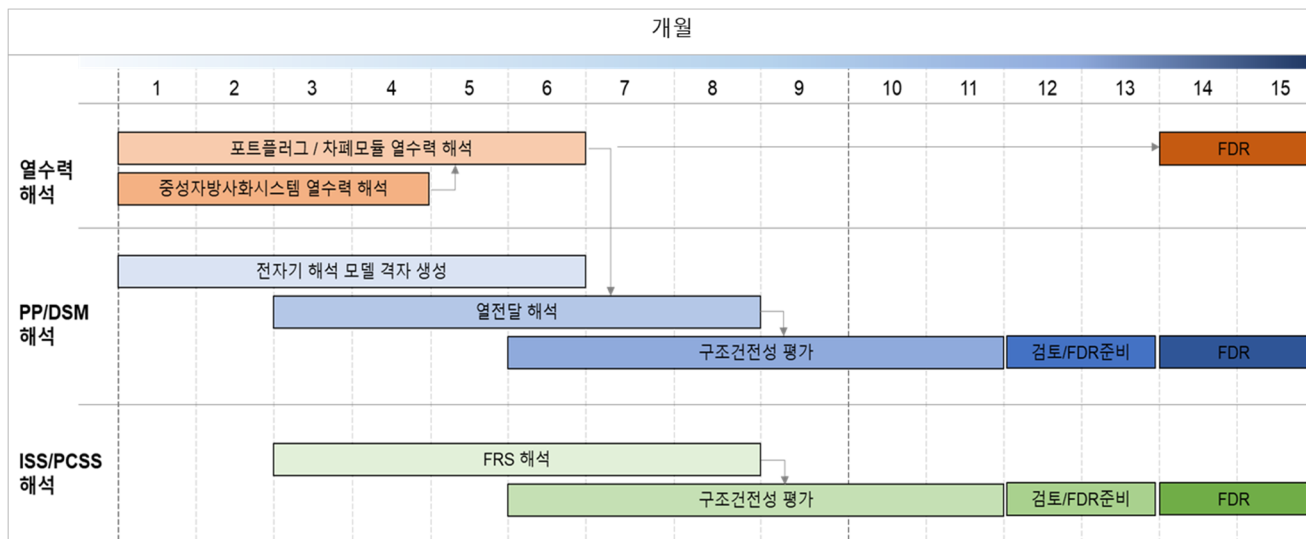


Figure 2-1 용역의 주요 일정

ITER 상부포트 18 번 공학 해석 및 구조건전성 평가

3 상세 기술 사양

3.1 용어 정의

DFW	진단일차벽 (Diagnostic First Wall)
DSM	진단차폐모듈 (Diagnostic Shield Module)
FDR	최종설계 검토 (Final Design Review)
IDM	ITER 문서관리 시스템 (ITER Document Management System)
IKIMS	ITER 한국사업단 정보관리 시스템 (ITER Korea Information Management System)
ISS	인터스페이스 지지구조물 (Interspace Supporting Structure)
IO	ITER 국제기구 (ITER Organization)
ITER	국제 핵융합 실험로
LOS	가시선 (Line of Sight)
KFE	한국핵융합에너지연구원 (Korea Institute of Fusion Energy)
KO-DA	ITER 한국사업단 (Korea Domestic Agency)
NAS	중성자 방사화 시스템 (Neutron Activation System)
PCSS	포트셀 지지구조물 (Port Cell Supporting Structure)
PP	포트 플러그 (Port Plug)
VUV	진공 자외선 (Vacuum Ultra-Violet)
UP	상부 포트 (Upper Port)
UVNC	상부 수직 중성자 카메라 (Upper Vertical Neutron Camera)

3.2 장치 개요

ITER 진단장치는 그림 3.1 과 같이 진공용기 상부, 중부 및 하부에 연결된 포트를 통해 설치되고 핵융합 반응과 관련된 플라즈마의 여러가지 상태(온도, 밀도, 자기장, 불순물 등)를 측정한다. 진단장치는 측정 대상이나 방법에 따라 다양하게 설치될 수 있으며, 진공용기 및 블랭킷 모듈(Blanket Module)에 직접 설치되기도 한다.

포트 플러그 구조물은 앞단에 진단용 일차벽 (DFW)을 설치하여 고온의 플라즈마로부터 진단장치를 보호하는 기능을 제공하며, 진단용 차폐모듈 (DSM)을 포트 플러그 내부에 설치되어 중성자 차폐의 기능을 수행한다. 진단 상부 포트 18 번은 그림 3.2 와 같이 주요 세가지 구조물 (1) 포트 플러그 (PP), (2) 인터스페이스 지지구조물 (ISS) 및 (3) 포트셀 지지구조물 (PCSS)로 이루어져 있다.

ITER 상부포트 18 번 공학 해석 및 구조건전성 평가

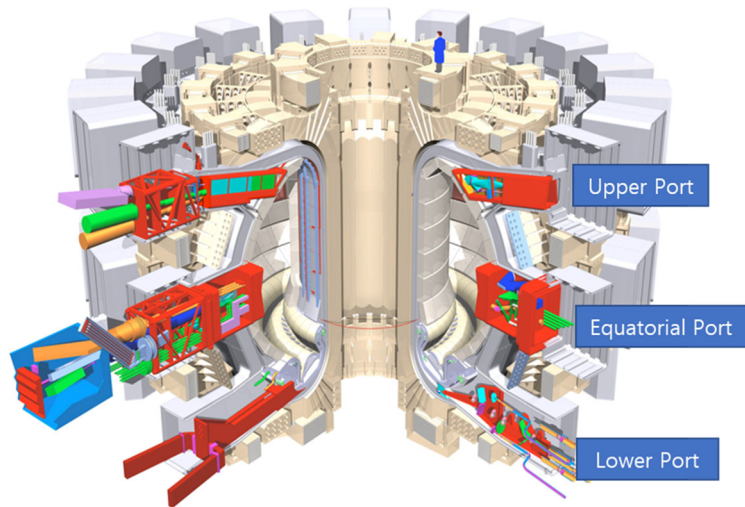


Figure 3-1 ITER 진단장치 포트 플러그

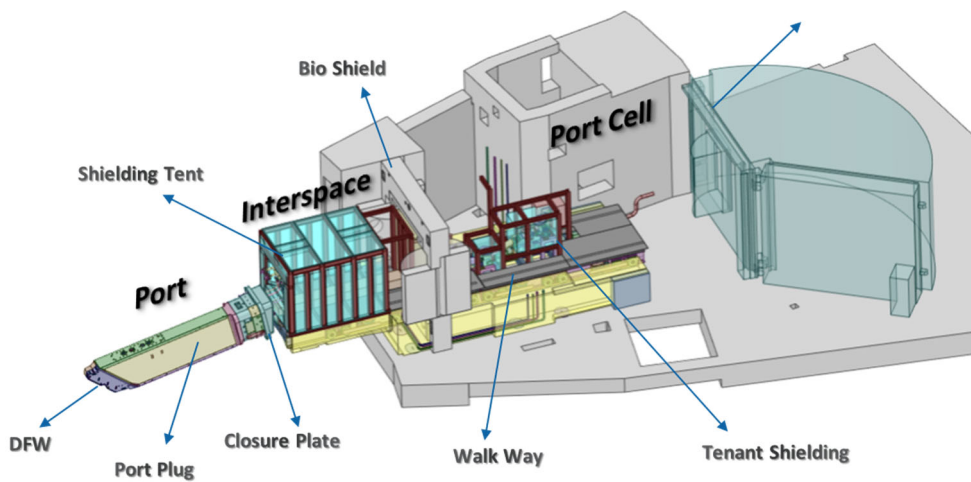


Figure 3-2 ITER 상부포트 18 번 모델

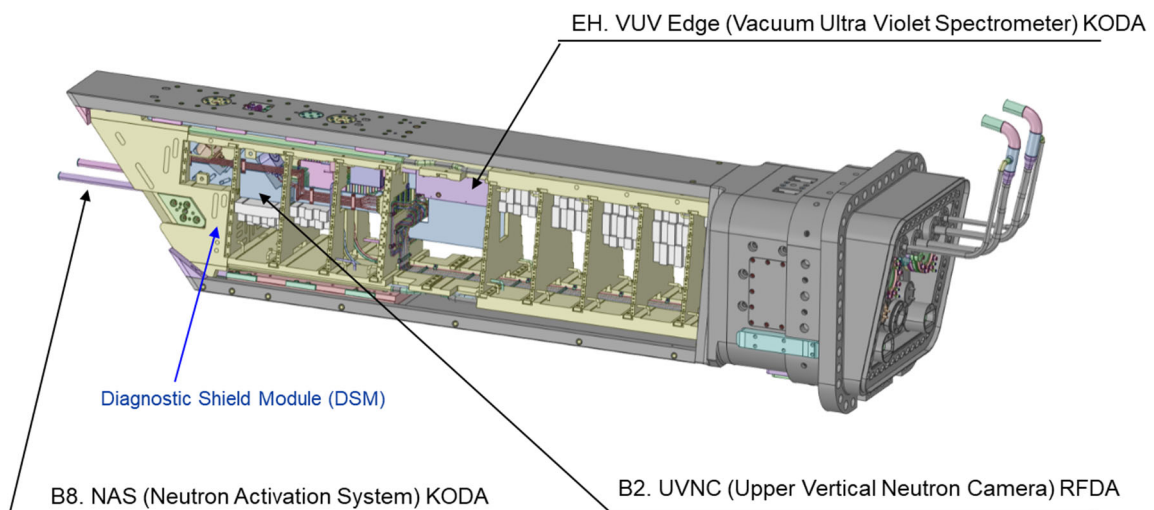


Figure 3-3 ITER 상부포트 18 번 PP/DSM 및 진단장치

ITER 상부포트 18 번 공학 해석 및 구조건전성 평가

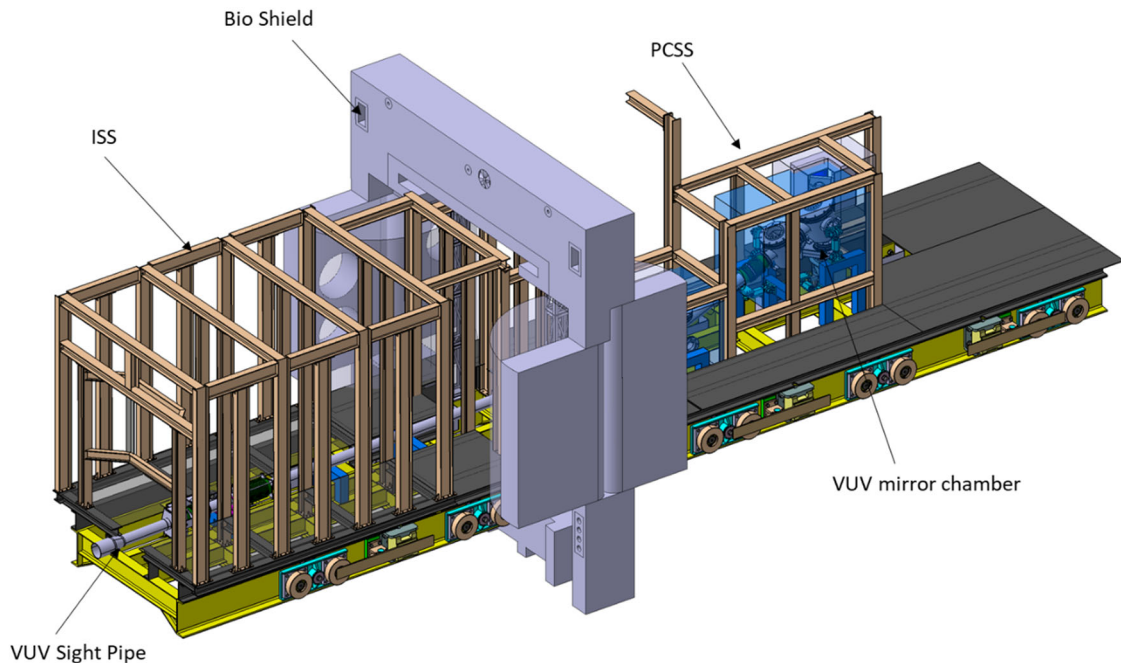


Figure 3-4 ITER 상부포트 18 번 ISS/PCSS 및 진단장치

상부포트 18 번 DSM 은 포트 플러그 내부에 설치되며, 그림 3.3 과 같이 세 종류의 진단장치 ((1) 55.B2 UVNC, (2) 55.B8 NAS, (3) 55.EH VUV 분광기)가 설치될 수 있는 공간 및 차폐체를 제공하며 각종 서비스 라인을 연결할 수 있도록 설계한다. ISS 및 PCSS 는 토카막 빌딩에 설치되며 진공 환경이 아닌 공기중에 노출이 된 구조물로 유지보수를 위한 보기대차 구조를 가지며, 차폐체 및 진단장치를 지지할 수 있도록 설계된다.

3.3 상부포트 18 번 진단장치

상부 수직 중성자 카메라(UVNC)는 Figure 3-5 와 같이 두개의 카세트로 구성되며, 각 카세트에 3 개의 디텍터 모듈이 설치되며, DSM 에 위치한다. 각 카세트는 5 개의 볼트로 DSM 과 결합되며, 후단에는 데이터 전송을 위한 케이블 커넥터가 설치된다. 냉각을 위한 냉각수 공급 파이프가 DSM 으로 부터 연결된다.

중성자 방사화 시스템은 Figure 3-6 과 같이 두 개의 냉각 하우징에 각각 두 개의 캡슐 전송 튜브가 연결되며, 튜브들은 DSM 내부에 영구히 고정된다. 냉각 하우징에 냉각수 공급을 위한 파이프가 DSM 으로 부터 연결된다.

진공자외선분광기는 Figure 3-7 과 같이 DSM 중앙에 미러박스가 설치되며, 미러박스 앞쪽으로 배플 구조물이 설치된다. 셔터 작동을 위한 긴 rod 가 미러박스 뒤쪽으로 연결된다. 별도의 냉각수 공급은 하지 않는다.

ITER 상부포트 18 번 공학 해석 및 구조건전성 평가

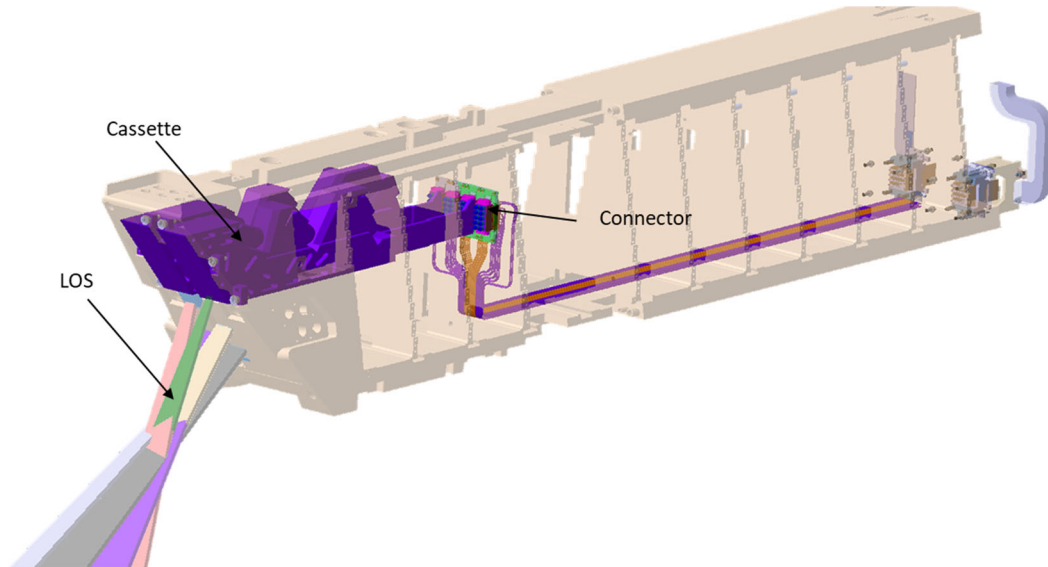


Figure 3-5 상부 수직 중성자 카메라(UVNC)

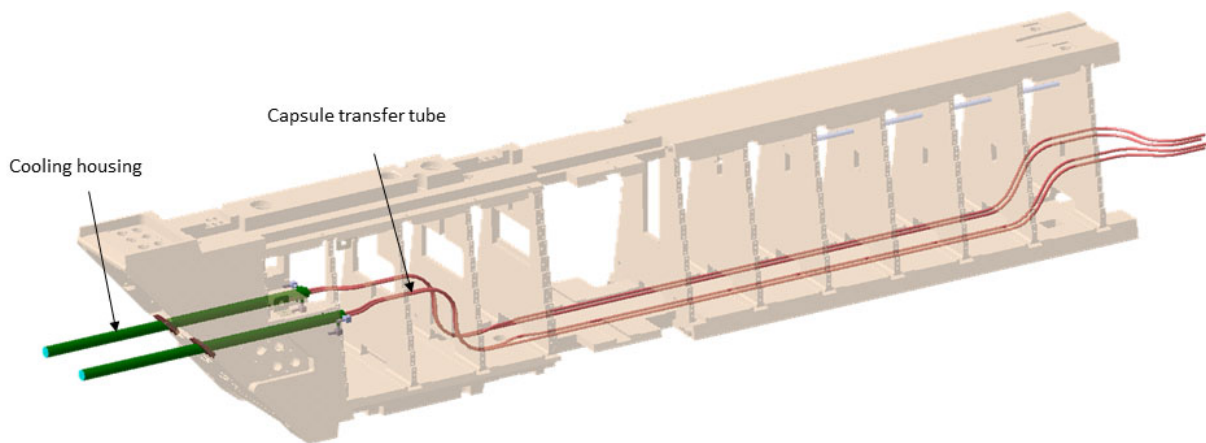


Figure 3-6 중성자 방사화 시스템 (NAS)

ITER 상부포트 18 번 공학 해석 및 구조건전성 평가

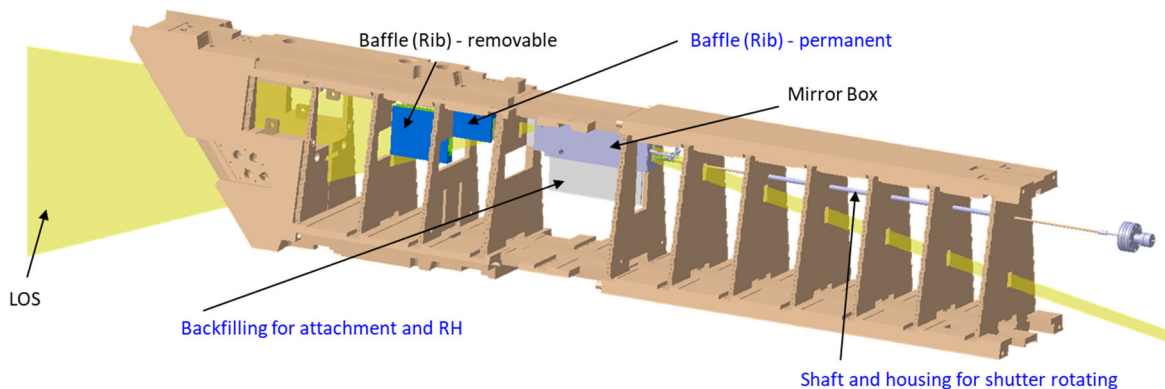


Figure 3-7 진공자외선 분광기 (VUV)

3.4 주요 해석 업무

공급자는 발주자가 제공하는 자료 및 문서를 바탕으로 "ITER 상부포트 18 번 공학 해석 및 구조건전성 평가"를 계약기간 동안 수행/완료 하여야 한다. 해석은 ANSYS 를 활용하여 수행하도록 한다. 공급자의 상세 업무 범위는 아래에 기술되어 있으며, 발주자와 공급자의 사정에 따라 계약 상세사항 및 업무 범위는 상호 협의하에 변경 할 수 있다. 공급자는 발주자가 제공하는 3D CAD 모델 (STP file)과 하중 조건 (Load Specification)을 사용하여 열수력 및 구조를 포함한 계약범위에 해당하는 공학해석을 수행한다. 공급자는 아래의 ITER 해석 지침서에 따라 해석을 수행하며 필요시 발주자와 협의를 통해 해석 방식을 결정하도록 한다. 구조응력에 대해서는 포트플러그/차폐체 영역은 RCC-MR 에 따라, 인터스페이스, 포트셀 영역은 RCC-MR/ASME/AISC/EN1993 에 따라 평가하도록 한다.

- CFD 해석 지침서 (Instructions for Computational Fluid Dynamics Analyses, ITER_D_VUEEDB)
- 지진해석 지침서 (Instructions for Seismic Analyses, ITER_D_VT29D6)
- 구조해석 지침서 (Instructions for Structural Analyses, ITER_D_35BVV3)

해석 및 평가 결과는 아래의 ITER 지침서 및 작성 양식에 따라 보고서를 작성하도록 한다. 보고서 제출시에는 아래의 각 해당 분야의 체크리스트를 작성하여 같이 제출한다. 공급자는 제출한 보고서에 대해 IO 의 검토 및 승인을 받을 것이며, 수정요구사항이 있을 경우 공급자는 검토의견을 반영하여 1 개월 이내에 IO 의 승인을 받을 수 있도록 보고서를 수정 및 제출하도록 한다.

- CFD 해석 보고서 작성 양식 (Template for CFD analysis Report, ITER_D_TL7H73)
- CFD 해석 해석자 체크리스트 (Analyst Checklist for CFD Analyses, ITER_D_TQP8EP)
- CFD 해석 검토자 체크리스트 (Reviewer Checklist for CFD Analyses, ITER_D_VJJSZ3)

ITER 상부포트 18 번 공학 해석 및 구조건전성 평가

- CFD 해석 기술검토자 체크리스트 (Technical Checker Checklist for CFD Analyses, ITER_D_VJJVFJ)
- 지진해석 보고서 작성 양식 (Template for Seismic Analysis Report, ITER_D_VAET99)
- 지진해석 검토자 체크리스트 (Reviewer Checklist for Seismic Analyses, ITER_D_Q6FH53)
- 지진해석 기술검토자 체크리스트 (Technical Checker Checklist for Seismic Analyses, ITER_D_V5ZWBS)
- 구조해석 보고서 작성 양식 (Template for Structural Analysis Report, ITER_D_VQVTQW)
- 구조건전성 보고서 작성 양식 (Template for Structural Integrity Report, ITER_D_4GDQM6)
- 구조건전성 보고서 작성 지침서 (Guideline for Structural Integrity Report, ITER_D_35QTKD)
- 구조해석 검토자 체크리스트 (Reviewer Checklist for Structural Analyses, ITER_D_RYATXV)
- 구조해석 기술검토자 체크리스트 (Technical Checker Checklist for Structural Analyses, ITER_D_TK33SU)

또한, 공급자는 공학해석 과정에서 해석결과로부터 문제가 예상되는 부분에 대해 설계 개선안을 제안한다. 또한 공학해석 결과뿐만 아니라 산업표준, 제작성 등을 고려하여 설계 개선을 제안하도록 한다.

3.4.1 열유동해석

포트플러그 진단차폐모듈에 대한 열유동 해석

- 1) 해석 모델링을 위한 형상 단순화를 수행해야 하며, 최종 해석 형상 및 경계조건은 발주자와 협의하여 결정한다. 열전달 해석을 위해 구조해석파트와 협력하여 구조물 모델링을 하도록 한다.
- 2) 열유동 해석은 플라즈마 운전 (Operating)과 베이킹 (Baking) 에 대해 각각 수행한다.
- 3) 진단일차벽, 상부수직중성자카메라, 중성자방사화시스템의 압력강하는 실제 모델링하지 않고 Porous Media 기법 등을 활용할 수 있다.
- 4) 열유동 해석을 통해 유동 속도, 압력 강하, 유체온도, 유량분배, 대류열전달계수 등을 계산한다.
- 5) 해석결과에서 다음과 같은 현상이 발생할 경우 설계 개선을 제안하고 발주자와 협의하여 개선안을 바탕으로 재해석을 수행한다.
 - 평균 유속이 지나치게 높은 경우 (6 m/s 이상)
 - 각 시스템별 공급 유량 분배가 설계 요구조건을 만족하지 못하는 경우
 - 전체 압력 강하가 1 MPa 이상인 경우
 - 구조건전성평가 결과 구조물 온도가 높아 허용응력범위를 초과하거나, 온도 구배가 크다고 판단되는 경우
 - 베이킹 온도 조건을 만족하지 못하는 경우 (48 시간 이내에 모든 부품 200 도 이상 가열)

ITER 상부포트 18 번 공학 해석 및 구조건전성 평가

- 6) 열유동 해석에 대한 결과보고서를 ITER 양식에 맞게 작성하고, IO 검토 후 수정 요구 사항이 있으면 1 개월 이내에 수정한다.
- 7) FDR 에 참석하여 결과를 발표하며, 수정 요구 사항이 있을 경우 1 개월 이내에 수정한다.

중성자방사화시스템에 대한 열유동 해석

- 1) 해석 모델링을 위한 형상 단순화를 수행해야 하며, 최종 해석 형상 및 경계조건은 발주자와 협의하여 결정한다.
- 2) 열유동 해석은 플라즈마 운전 (Operating)과 베이킹 (Baking) 에 대해 각각 수행한다.
- 3) 열유동 해석을 통해 유동 속도, 압력 강하, 유체온도, 대류열전달계수 등을 계산한다.
- 4) 유량별 압력 강하를 계산하여 유동 특성을 확인하고, 진단차폐모듈 압력강하 계산에 필요한 데이터를 생성한다.
- 5) 열유동 해석에 대한 결과보고서를 ITER 양식에 맞게 작성하고, IO 검토 후 수정 요구 사항이 있으면 1 개월 이내에 수정한다.

3.4.2 포트플러그/진단차폐모듈 해석

포트플러그 진단차폐모듈에 대한 전자기해석용 격자를 생성

- 1) 전자기 해석용 모델은 발주자가 단순화한 모델을 제공하며, 변경이 필요할 시 발주자와 협의한다.
- 2) 전자기 해석의 특성상 구조물 외부 공기층의 격자까지 생성하여야 한다.
- 3) 전자기 해석 수행이 완료될 때까지, 격자 수정 등의 지원을 한다.

포트플러그 진단차폐모듈에 대한 열전달 해석

- 1) 해석 모델링을 위한 형상 단순화를 수행해야 하며, 최종 해석 형상 및 경계조건은 발주자와 협의하여 결정한다. 열전달 해석을 위해 유동해석파트와 협력하여 구조물 모델링을 하도록 한다.
- 2) 해석은 플라즈마 운전 (Operating)과 베이킹 (Baking) 에 대해 각각 수행한다.
- 3) 볼트 연결부위에 대해서는 적절한 열저항을 고려하여 계산하여야 하며, 차폐체 및 차폐체 트레이의 전도 열전달도 계산되어야 한다.
- 4) 플라즈마로부터 전달되는 복사열을 계산하여야 하며, 이를 경계조건을 활용한다.
- 5) 유체 온도 및 대류 열전달 계수는 열유동 해석 결과로부터 전달 받아 사용한다.
- 6) 열전달 해석을 통해 구조물 전체의 온도 분포 등을 계산한다.
- 7) 해석결과에서 다음과 같은 현상이 발생할 경우 설계 개선을 제안하고 발주자와 협의하여 개선안을 바탕으로 재해석을 수행한다.
 - 구조건전성평가 결과 구조물 온도가 높아 허용응력범위를 초과하거나, 온도구배가 크다고 판단되는 경우
 - 베이킹 온도 조건을 만족하지 못하는 경우 (48 시간 이내에 모든 부품 200 도 이상 가열)

ITER 상부포트 18 번 공학 해석 및 구조건전성 평가

- 8) 열전달 해석에 대한 결과보고서를 ITER 양식에 맞게 작성하고, IO 검토 후 수정 요구 사항이 있으면 1 개월 이내에 수정한다.
- 9) FDR 에 참석하여 결과를 발표하며, 수정 요구 사항이 있을 경우 1 개월 이내에 수정한다.

포트플러그 진단차폐모듈에 대한 구조건전성을 평가

- 1) 해석 모델링을 위한 형상 단순화를 수행해야 하며, 최종 해석 형상 및 경계조건은 발주자와 협의하여 결정한다.
- 2) 발주자가 제공하는 Load Specification 문서에 정의된 모든 하중 조합에 대해 구조 응력을 계산하고 RCC-MR 에 따라 응력을 평가한다.
- 3) 응력이 평가 기준을 만족하지 못할 경우, 설계 개선을 제안하고 발주자와 협의하여 개선안을 바탕으로 재해석을 수행한다.
- 4) 구조해석 및 구조건전성평가에 대한 결과보고서를 ITER 양식에 맞게 작성하고, IO 검토 후 수정 요구 사항이 있으면 1 개월 이내에 수정한다.
- 5) FDR 에 참석하여 결과를 발표하며, 수정 요구 사항이 있을 경우 1 개월 이내에 수정한다.

3.4.3 인터스페이스 지지구조물/포트셀 지지구조물 해석

인터스페이스 지지구조물 포트셀 지지구조물에 대한 FRS Derivation 해석

- 1) 해석 모델링을 위한 형상 단순화를 수행해야 하며, 최종 해석 형상 및 경계조건은 발주자와 협의하여 결정한다.
- 2) 모달해석 및 결과 특성을 분석한다.
- 3) 발주자가 제공하는 토카막 빌딩의 FRS (Floor Response Spectrum)를 입력조건을 사용하여 랜덤진동 해석을 하며, FRS 를 PSD (Power Spectral Density)로 변환하여 계산에 사용하고, PSD 로 얻어지 해석 결과는 다시 FRS 로 변환하여 결과를 얻고 Broadening 을 한다.
- 4) 진단장치의 모든 연결부위에서 응답결과를 정리하여야 한다.
- 5) FRS Derivation 대한 결과보고서를 ITER 양식에 맞게 작성하고, IO 검토 후 수정 요구 사항이 있으면 1 개월 이내에 수정한다.

인터스페이스 지지구조물 포트셀 지지구조물에 대한 구조건전성 평가

- 1) 해석 모델링을 위한 형상 단순화를 수행해야 하며, 최종 해석 형상 및 경계조건은 발주자와 협의하여 결정한다.
- 2) 발주자가 제공하는 Load Specification 문서에 정의된 모든 하중 조합에 대해 구조 응력을 계산하고 RCC-MR/ASME/AISC/EN1993 중 적합한 코드에 따라 응력을 평가한다.
- 3) 응력이 평가 기준을 만족하지 못할 경우, 설계 개선을 제안하고 발주자와 협의하여 개선안을 바탕으로 재해석을 수행한다.

ITER 상부포트 18 번 공학 해석 및 구조건전성 평가

4) 구조해석 및 구조건전성평가에 대한 결과보고서를 ITER 양식에 맞게 작성하고, IO 검토 후 수정 요구 사항이 있으면 1 개월 이내에 수정한다.

5) FDR 에 참석하여 결과를 발표하며, 수정 요구 사항이 있을 경우 1 개월 이내에 수정한다.

4 적용 규격

4.1 등급 분류

ITER 핵융합 실험장치로 압력용기에 해당하는 장치들은 프랑스 원자력 규제를 받게 되며, 프랑스 원자력 코드인 RCC-MR 에 따라 설계, 제작된다. 본 용역 범위의 품목에 대한 등급은 IO 의 기준에 따라 Table 4-1 과 같이 분류되었다.

Table 4-1 세부등급 분류표

	<u>Safety Class</u>	<u>Seismic Class</u>	<u>Quality Class</u>	<u>Vacuum Class</u>	<u>RH Class</u>	<u>Code/Standard</u>
PP	SIC-1	SC1-SF	QC-1	VQC-1A	RH-2	RCC-MR
DSM	Non-SIC	SC-2	QC-1	VQC-1B	RH-2	RCC-MR
ISS/PCSS	SIC-2*	SC1-S	QC-1	N/A	Non-RH	RCC-MR ASME AISC EN1993

*Support the tenant SIC-component.

분류된 등급에 따른 IO 의 요구조건을 만족하도록 업무가 수행되어야 한다. 각 등급에 따른 요구조건은 아래의 참고문헌을 따른다.

- 안전등급 (Safety Class) 요구사항 참고문헌: [ITER_D_347SF3](#)
- 지진등급 (Seismic Class) 요구사항 참고문헌: [ITER_D_2DRVPE](#)
- 품질등급 (Quality Class) 요구사항 참고문헌: [ITER_D_24VQES](#)
- 진공등급 (Vacuum Class) 요구사항 참고문헌: [ITER_D_2EZ9UM](#)
- 원격조작 등급 (Remote Handle) 요구사항 참고문헌: [ITER_D_2NRTWR](#)

ITER 상부포트 18 번 공학 해석 및 구조건전성 평가

5 업무추진 요구사항

공급자가 제출해야 할 모든 문서는 영어로 작성함을 원칙으로 한다. 또한 FDR 등 IO 관계자가 참석한 모든 회의는 영어로 진행되며, 회의에 참석한 공급자는 영어로 발표 및 질의응답을 수행한다. 영어 오역으로 인한 책임은 공급자가 가진다.

발주자는 공급자로 하여금 계약 범위 내에서 필요한 경우 원활한 업무 및 기술협의 등을 수행하기 위해 IO와의 화상회의를 요구할 수 있다. 예상 회의 내용은 관련 기술회의 및 FDR 이며 IO의 사정에 따라 변경될 수 있다.

공급자는 매주 진행상황을 발주자에게 주간회의를 통하여 보고하여야 하며, 주간회의보고서는 회의 개최 전에 전자파일 형태로 제출하여야 한다. 주간회의와 별도로 특별한 현안에 대해서 기술회의를 요청할 경우, 공급자는 이에 적극 협조하여, 회의 참석 및 발표하여야 한다. 또한 공급자는 주간회의, 기술회의 등의 공식회의에서 논의되었던 내용을 중심으로 회의록을 3일 이내에 작성하여 발주자에 제출하고, 발주자의 검토를 받아 이를 관리하여야 한다.

계약자는 발주자가 사용하는 해석프로그램 ANSYS를 활용하여 모델링 작업 및 해석을 수행하는 것을 원칙으로 하며, Pre-Processing은 전용 프로그램을 사용하여 수행할 수 있다. 사용하는 버전은 상호 협의하며, 추후 변경하지 않는다.

6 특기 사항

모든 업무는 발주자가 제공하는 기술시방서 및 발주자 공급문서를 기준으로 실행하며 공급자 임의로 변경하여 적용할 수 없다. 공급자는 Quality Plan을 계약체결 후 2주 이내에 영문으로 작성하여 제출하여야 한다. 또한 추가 상세 사양 및 보완사항은 공급자가 확정된 후 추후 계약범위 내에서 발주자와 협의하여 조정한다.

공급자는 본 용역의 수행과정에서 발주자가 제공한 도면, 기술자료, 및 습득한 제반 지식을 발주자의 사전 승인 없이 국내/외 타 프로젝트에 임의로 사용하거나 반출할 수 없다. 본 기술시방서에서 언급하고 있는 용역의 산출물(문서, 해석파일 등) 또는 용역의 수행 과정에서 공급자가 새로이 습득한 기술정보는 발주자의 소유로 한다. 또한 IO의 전체 사업일정 변경에 따라 발주자가 요구할 경우 공급자는 계약금액의 증감 없이 용역기간 변경에 대한 요구를 최대한 수용하여야 한다.

공급자는 본 용역의 업무 중 일부를 협력업체를 통해 수행할 경우, 공급자와 협력업체와의 계약 이전에 반드시 발주자의 승인을 거쳐 협력업체를 결정하여야 한다. 또한 협력업체 선정에 관한 정보를 발주자에 제공하여야 한다.

설계변경이 요구될 경우, 전체 납품 일정에 영향을 주지 않는 범위 내에서, 공급자는 계약 금액의 증감 없이 설계변경을 최대한 수용하여야 한다.

ITER 상부포트 18 번 공학 해석 및 구조건전성 평가

7 제출 문서

7.1 제출항목 및 제출시기

공급자는 본 기술지방서에서 제시한 일정, 계획, 절차서 등을 Table 7-1 에 명기된 기한 내에 제출해야 하며, 본 용역이 지방서 요건에 따라 수행되었음을 증빙하는 문서 및 기록물을 제출하여야 한다.

Table 7-1 제출문서 및 제출시기

항목	내용	제출 시기	비고
용역수행계획서	<ul style="list-style-type: none"> 업무추진 방안 및 일정 용역 공정표 등 	계약 후 2 주	국문
Quality Plan	<ul style="list-style-type: none"> ITER 가이드라인에 따라 작성 	계약 후 2 주	영문
Documentation Schedule	<ul style="list-style-type: none"> 문서제출 계획서 	계약 후 2 주	영문
PP/DSM 열유동 해석	<ul style="list-style-type: none"> 해석 보고서 해석 파일 	용역 일정에 따라	영문
NAS 유동 해석	<ul style="list-style-type: none"> 해석 보고서 해석 파일 	용역 일정에 따라	영문
PP/DSM 전자기해석용 격자 생성	<ul style="list-style-type: none"> 격자 생성 파일 	용역 일정에 따라	
PP/DSM 열전달 해석	<ul style="list-style-type: none"> 해석 보고서 해석 파일 	용역 일정에 따라	영문
PP/DSM 구조건전성 평가	<ul style="list-style-type: none"> 해석 보고서 (2 건) 해석 파일 	용역 일정에 따라	영문
ISS/PCSS FRS Derivation 해석	<ul style="list-style-type: none"> 해석 보고서 해석 파일 	용역 일정에 따라	영문
ISS/PCSS 구조건전성 평가	<ul style="list-style-type: none"> 해석 보고서 (2 건) 해석 파일 	용역 일정에 따라	영문
FDR 문서	<ul style="list-style-type: none"> FDR 발표자료 FDR 수정정보완요건 답변서 	FDR 2 주전 FDR 후 4 주이내	영문
최종보고서	<ul style="list-style-type: none"> 용역 세부내용의 결과 	계약완료시	국문

ITER 상부포트 18 번 공학 해석 및 구조건전성 평가

7.2 문서 제출

용역 수행 중 개발된 문서 및 도면은 전자파일 형태로 ITER 한국사업단 정보관리시스템 (ITER Korea Information Management System, IKIMS)의 교신기능을 통해 발주자에게 제출하여야 하며, 이렇게 제출된 문서 및 도면은 발주자의 검토/승인 후 IO의 문서관리 시스템 (ITER Document Management system, IDM)에 등록된다. 문서 및 도면이 IKIMS 나 IDM에서 승인되지 못하는 경우, 공급자는 미승인 문서에 대해 발생한 검토자들의 의견을 반영하여 개정본을 IKIMS를 통해 제출하여야 한다. 문서 및 도면은 PDF 파일 형태로 제출하되, 검토 등의 목적을 위해 발주자가 요청하는 경우 Microsoft Office 파일 등 원본 파일을 전달할 수 있다.

8 품질보증 요건

8.1 일반사항

- 공급자는 업무수행 시 발주처가 제시하는 품질보증요구조건을 준수하여야 한다.
- 공급자는 발주처가 요구하는 품질보증요구조건에 대한 이행계획 및 방법을 수립하여 '용역수행계획서'에 포함시켜야 한다.
- 품질보증요건의 이행은 공급자가 수립한 지침서, 절차서 또는 지시서에 따라 수행하여야 한다.
- 공급자는 품질계획서(Quality Plan)를 ITER 한국사업 품질보증프로그램(ITER Korea Quality Assurance Program)의 해당 요건 및 IO의 Quality Plan Guideline (발주처 제공)에 따라 영문으로 작성하여 계약업무 착수 이전에 연구원 및 IO의 승인을 득해야 하고, 계약 이행에 대한 모든 업무에 적용시켜야 한다.
- 품질계획서 이외에 공급자는 작업시작 전에 표 7.1의 제출 문서들에 대한 문서제출 계획서 (Documentation Schedule)를 국문으로 작성하여 연구원의 승인을 득해야 한다. 이후, 발주자가 필요하다고 판단하여 요구하는 경우에 공급자는 영문본을 추가로 작성하여 IO의 승인을 득해야 한다.
- 만일, 공급자가 계약의 일부를 다른 업체에 하도급 할 경우에도 계약에서 요구하는 동일한 품질요건을 적용하여야 하며, 하도급자 계약사항에 대해서는 발주처인 연구원과 IO의 동의가 필요하며, 공급자는 동의를 요청하는 문서 (Letter for Concurrence)를 발주처에 발송하고 승인을 득해야 한다. 또한 하도급 관련 내용을 추가하여 주공급자의 영문 Quality Plan을 제출하여야

ITER 상부포트 18 번 공학 해석 및 구조건전성 평가

하며, 제출된 Quality Plan 에 대해 발주처 및 IO 의 승인을 득해야 한다. 단, 하도급자의 품질계획서의 제출 여부는 연구원과 주공급자 간 협의를 통하여 조정할 수 있다.

- 공급자는 발주자의 요청 시 발주자 해당부서의 검토 또는 승인을 받아야 하며, 품질 검사 요청 시 적극 협조하고 승인된 절차에 의해서 업무를 수행해야 한다.
- 발주자는 공급자의 업무수행 중 명시된 기술시방서 요건 및 품질보증계획에 따라 이행여부 점검 및 부적합사항의 원인을 사전에 제거하기 위해 품질검사를 시행할 권한을 가진다.
- 공급자는 발주자가 제한 없이 공급자 또는 그 하도급자의 본 용역과 관련된 시설을 출입하여 검사, 감사 및 감독하며 필요시 관련된 모든 문서를 검토 및 열람할 수 있도록 조치하여야 한다.
- 공급자는 발주자의 품질보증감사 시 최대한 협조해야 한다.
- 공급자는 ITER 기준문서를 준용하여 본 용역 업무를 수행해야 하며 ITER 기준문서의 내용이 변경될 경우 이를 반영하여 수정하여야 한다. ITER 기준문서의 내용과 다르게 작업하거나 변경하는 경우 IO 의 양식 (발주처 제공)에 따라 불일치처리요청서 (Deviation Request)를 발행하여 발주자에게 제출하여 승인을 받은 후 작업해야 한다.
- 본 용역 업무에서 준용하는 ITER 기술문서는 발주자가 공급자에게 제공한다.
- 발주자는 공급자가 변경하고자 하는 업무에 대한 의견을 제출하고 공급자는 10 일 이내에 발주자의 요청 내용에 대한 수용여부를 회신하여야 한다.
- 종결된 불일치사항 처리요청서는 최종 제출문서에 포함되어야 한다.

8.2 계약이행 조직의 구성

계약이행을 위하여 다수의 조직이 관련되는 경우, 각 조직의 책임한계가 명확히 수립되어야 하고, 각 조직 간의 상호 의견교환을 위한 절차가 마련되어야 하며, 중요한 정보의 의견교환은 서류화 되어야 한다.