



Document Number IT-PD-401-23/00003
Document Date 9-August-2023
Version 1.0
Revision Date 10-July -2023
Ext. Reference

ITER 5x Bed 설계 분석 및 제작준비검토(MRR) 용역

	Name	Action	Affiliation
Author	Junyoung Hur	09-August -2023 : Signed	KODA/SED/TSDST
Reviewer	Young-Jun Hyun	09-August -2023 : Recommended	KODA/QMD
Reviewer	HyunSung Hwang	09-August -2023 : Recommended	KODA/SED/DTT
Reviewer	Kim Jungbae	09-August -2023 : Recommended	KODA/PMD/HPMT
Approver	Hyun Goo Kang	09-August -2023 : Approved	KODA/SED/TSDST



ITER 5x Bed 설계 분석 및 제작준비검토(MRR)
용역

R 1.0
IT-PD-401-23/00003

History of Revision

Rev. No.	Date	Description
1.0	10-July -2023	



ITER 5x Bed 설계 분석 및 제작준비검토(MRR)
용역

R 1.0
IT-PD-401-23/00003

KO comment

Name	Comment
Junyoung Hur	
Kim Jungbae	
HyunSung Hwang	
Young-Jun Hyun	
Hyun Goo Kang	

<input type="checkbox"/> 일반(QA) <input type="checkbox"/> 개별(Tech)	제작/용역 시방서 (TS) Technical Specification		페이지 : 1/16 Page
구매시방서 번호 PS No.	IT-PD-401-23/00003	개정번호 Rev. No	1.0
품목 / 용역 Item/ Service	ITER 5x Bed 설계 분석 및 제작준비검토(MRR) 용역	품질등급 Quality Class	QC1

- 목 차 -

1. 개 요
2. 참 고 문 헌
3. 용역범위/용역기간
4. 계 약 관 리
5. 요 구 사 항
6. 기 술 사 양

<input type="checkbox"/> 일반(QA) <input type="checkbox"/> 개별(Tech)	제작/용역 시방서 (TS) Technical Specification		페이지 : 2/16 Page
구매시방서 번호 PS No.	IT-PD-401-23/00003	개정번호 Rev. No	R1.0
품목 / 용역 Item/ Service	ITER 5x Bed 설계 분석 및 제작준비검토(MRR) 용역	품질등급 Quality Class	QC1

1. 개 요

1.1. 일반 사항

본 시방서는 한국핵융합에너지연구원(KFE) ITER 한국사업단(이하 발주자)에서 [국제핵융합실험로(ITER) 공동개발사업]의 일환으로 추진 중인 “ITER 5x Bed 설계 분석 및 제작준비검토(MRR) 용역” 수행에 필요한 기술사양과 제반조건을 기술한다.

1.2. 장치의 구성 개요

본 장치는 국제핵융합실험로(ITER)의 삼중수소 플랜트 중 삼중수소 저장·공급 시스템(Storage and Delivery System, 이하 SDS)의 핵심 부품인 삼중수소 저장용 Bed의 개발을 위한 제작성 평가 및 제작설계를 목적으로 한다.

SDS Bed는 수소 흡장재(Getter material)를 이용하여 중수소, 삼중수소 등 수소 동위 원소 가스(이하 수소로 지칭)를 안전한 금속 수소화물의 형태로 저장하는 용기로서, 수소 흡장 시에는 발열 반응, 탈장 시에는 흡열 반응을 일으킨다. SDS Bed의 주요 기능 및 공정은 수소 흡장, 수소 저장, 수소 탈장, 내부 발열량 측정(In-bed Calorimetry)과 이를 위한 가열, 냉각 및 냉각가스 순환 등으로 이루어진다.

ITER 국제기구 (이하 IO) 주도 설계 과정에서 중성자빔장치(NBI)로부터 회수된 중수소(삼중수소 최대 20% 함유)의 저장 및 재순환 사용을 위한 대형 우라늄 수소화물 Bed가 새롭게 제시되었으며, 이는 기존의 70g 삼중수소 저장·공급용 우라늄 수소화물 저장용기(감손 우라늄 1.86kg 사용, 1x bed)에 비해 5배의 수소동위 원소 저장용량(감손 우라늄 9.3kg 사용)을 가져 5x Bed라 한다.

1.3. 용역의 목적

1.3.1. IO 제공 5x Bed 예비설계안 검토 및 코드적합성/제작성 개선을 위한 설계변경.

1.3.2. 1.3.1.항 예비설계 기술기준 적합성 및 설계변경 결과를 반영한 제작문서(e.g. 제작도면, 제작 및 검사계획서, 제작공정, 용접절차서 및 검사 계획 등) 작성.

1.3.3. 제작준비검토(Manufacturing Readiness Review, MRR) 회의를 수행하고, 검토의견 및 지적사항들을 반영하여 1.3.2항의 문서들을 개정.

<input type="checkbox"/> 일반(QA) <input type="checkbox"/> 개별(Tech)	제작/용역 시방서 (TS) Technical Specification		페이지 : 3/16 Page
구매시방서 번호 PS No.	IT-PD-401-23/00003	개정번호 Rev. No	R1.0
품목 / 용역 Item/ Service	ITER 5x Bed 설계 분석 및 제작준비검토(MRR) 용역	품질등급 Quality Class	QC1

2. 참고문헌

2.1. Codes and Standards

2.1.1. 본 용역에서 하기와 같은 Code 및 Standard를 적용한다.

- American Society of Mechanical Engineers (ASME), Boiler and Pressure Vessel Code (BPVC), 2021 Edition.
 - Section II, Materials.
 - Section V, Non-destructive Examination.
 - Section VIII, Division 2: Alternative Rules for the Construction of Pressure Vessels.
 - Section IX, Welding, Brazing and Fusing Qualifications.
- ISO 9001:2015.

2.1.2. 1.3.1항 검토 결과에 따라 다른 Codes 및 Standard도 적용 가능하다.

2.1.3. 상기의 Codes 및 Standard에 포함되지 않는 항목에 대해서는 공급자가 설계의 적합성을 검증하고 발주자 및 IO의 승인을 받는다.

2.2. IO 제공 문서

2.2.1. IO에서 제공하는 적용문서 및 5x Bed의 설계 자료는 하기와 같다.

2.2.2. IO 적용문서는 계약시점을 고려한 최신버전을 준수해야 한다.

- [1] ITER Procurement Quality Requirements [22MFG4 v5.1]
- [2] Requirements for Producing a Quality Plan [22MFMW v4.0]
- [3] Requirements for Producing a Manufacturing and Inspection Plan [22MDZD v3.7]
- [4] Requirements for management of Nonconformities [22F53X v9.1]
- [5] Procedure for Analyses and Calculation [22MAL7 v6.6]
- [6] Procedure for the management of Deviation Request [2LZJHB v8.1]
- [7] Working Instruction for Manufacturing Readiness Review [44SZYP v5.0]
- [8] In-cash Contractor Documentation Exchange Working Instruction [G8UMB3 v4.1]
- [9] Codes and Standards for ITER Mechanical Components [25EW4K v4.0]
- [10] Quality Classification Determination [24VQES v5.2]
- [11] Vacuum Handbook [2EZ9UM v2.5]

<input type="checkbox"/> 일반(QA) <input type="checkbox"/> 개별(Tech)	제작/용역 시방서 (TS) Technical Specification		페이지 : 4/16 Page
구매시방서 번호 PS No.	IT-PD-401-23/00003	개정번호 Rev. No	R1.0
품목 / 용역 Item/ Service	ITER 5x Bed 설계 분석 및 제작준비검토(MRR) 용역	품질등급 Quality Class	QC1
<p> [12] Tritium Handbook [2LAJTW v1.4] [13] Propagation of the Defined Requirements for Protection Important Components Through the Chain of External Interveners [BG2GYB v3.3] [14] Protection Important Activities and Defined Requirements for All ITER Mechanical PIC Equipment [338G4B v5.0] [15] Surveillance Plan for PBS 32 - Tritium Plant [W3X7PU v1.0] </p> <p> 2.2.3. 5x Bed 설계 자료 [16] D7.1 Manufacturing Sequence with NDT Plan [6W4ZF3 v1.0] [17] D7.3 Drawings for Manufacturer [6W56MG v2.0] [18] D7.4 Updated Thermal / Pressure / Mechanical Performance [6W588A v2.0] [19] 5x UBed Process Data Sheet [7CLHNNH v1.1] </p> <p> 3. 용역범위/용역기간 </p> <p> 3.1. 과업 1: IO 제공 5x Bed 예비설계안 검토 및 코드적합성/제작성 개선을 위한 설계변경 </p> <p> 3.1.1. 공급자는 IO 설계안에서 제공한 강도계산자료[18] 가 ASME BPVC Section VIII, Division 2를 준수하는지와 적합성을 평가한다. </p> <p> 3.1.2. 공급자는 IO가 제공하는 제작도면[17]과 제작 및 NDT 계획[16]을 바탕으로, IO 제공문서[11]의 적합성 평가를 포함하는 ‘제작성 개선’ 및 ‘용접부의 코드 적합성 충족’ 을 위한 설계 변경안을 도출한다. </p> <p> 3.1.3. 공급자는 상기의 설계 변경안이 코드 적합성을 충족하는지 확인한다. </p> <p> 3.1.4. 공급자는 설계안 분석 및 개선안에 대한 보고서를 작성한다 (표2 참조). </p> <p> 3.2. 과업 2: 코드 적합성을 충족하는 제작도면/검사계획 및 제반문서 작성. </p> <p> 3.2.1. 공급자는 ‘과업 1’의 설계 개선안을 바탕으로 하기의 제작문서들을 작성한다 (표2 참조). </p> <p> 3.2.2. 제작 및 검사계획서 (MIP). </p> <p> 3.2.3. 제작도면. </p> <p> 3.2.4. 제작절차, 용접절차서 및 Inspection Plan. </p>			

<input type="checkbox"/> 일반(QA) <input type="checkbox"/> 개별(Tech)	제작/용역 시방서 (TS) Technical Specification		페이지 : 5/16 Page
구매시방서 번호 PS No.	IT-PD-401-23/00003	개정번호 Rev. No	R1.0
품목 / 용역 Item/ Service	ITER 5x Bed 설계 분석 및 제작준비검토(MRR) 용역	품질등급 Quality Class	QC1
<p>3.2.5. 그 외 '6.2. 설계 자료의 제공' 에 언급된 제반문서들 (표2 참조).</p> <p>3.2.6. 용접부 및 NDT의 코드 적합성 확인을 위하여 공급자는 발주자와 협의 하에 용접 시편 제작 및 시험을 진행한다. 용접 검증은 제3자 입회검사로 진행한다.</p> <p>3.3. 과업 3: 생산준비검토(MRR) 수행 및 문서 개정</p> <p>3.3.1. 공급자는 IO의 생산준비검토 절차[7] 에 근거하여 IO와 진행하는 MRR 회의를 준비하고 참석 및 수행한다.</p> <p>3.3.2. 공급자는 MRR에서 IO와 합의한 사항들을 바탕으로 '과업 2'에서 작성한 문서들을 개정한다 (표2 참조).</p> <p>3.4. 공급자의 기술적 권한</p> <p>3.4.1. 공급자는 하기의 범위에 대하여 5x Bed의 설계를 변경할 권한을 가진다.</p> <p>3.4.1.1. 압력경계 (Pressure Boundary)의 두께: 압력 경계 및 하중지지 요소는 설계하중을 견디도록 설계한다.</p> <p>3.4.1.2. 제작공정, 용접방법 및 NDT 방법: 제작 및 검사방법은 코드 적합성을 충족해야한다. 만약 현재의 5x Bed 설계가 그러지 못할 경우, 공급자는 IO에게 이를 통보한다.</p> <p>3.4.1.3. 우라늄 주입과정을 포함한 조립절차: 감손 우라늄의 위험성을 고려하여, 우라늄 주입 절차의 안전성을 확보한다.</p> <p>3.4.2. 단 설계 변경 시 하기의 CTQ(Critical To Quality) 요구사항을 유지해야한다.</p> <p>3.4.2.1. 용기 안에 주입되는 감손 우라늄의 양</p> <p>3.4.2.2. Tritium-compatible 소재의 사용</p> <p>3.4.2.3. Leak Tightness</p> <p>3.4.2.4. Cleaniness</p> <p>3.4.2.5. Overall Dimensions</p> <p>3.4.3. 공급자는 설계 및 제작 경험에 근거하여, 3.4.1외에 설계 변경방안을 제안할 수 있으며 발주자 및 IO의 승인을 받아야 한다.</p>			

<input type="checkbox"/> 일반(QA) <input type="checkbox"/> 개별(Tech)	제작/용역 시방서 (TS) Technical Specification		페이지 : 6/16 Page
구매시방서 번호 PS No.	IT-PD-401-23/00003	개정번호 Rev. No	R1.0
품목 / 용역 Item/ Service	ITER 5x Bed 설계 분석 및 제작준비검토(MRR) 용역	품질등급 Quality Class	QC1

3.5. 용역기간

용역수행 기간은 계약일 이후 15개월 이내로 한다. 각 과업별 일정은 하기의 표와 같다. 해당 일정은 발주자의 요청과 협의에 따라 수정가능하다.

용역내용	개 월															
	계약/ 착수 회의	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
과업 1: 5x Bed 설계안 분석																
과업 2: 제작도면 및 Inspection Plan 작성																
과업 3: 5x Bed 생산준비검토(MRR) 수행																
후속 조치 및 최종보고서 작성																

표.1 상세추진일정표

4. 계약 관리

4.1. 착수 회의

4.1.1. 계약 체결 후 2주 이내에 공급자는 발주자 및 IO와 착수회의를 진행한다.

4.1.2. 이 회의에서 IO와 공급자는 기술사양 및 관련 데이터를 논의하고 기타 추가 사항에 대하여 협의한다.

4.2. 용역 실행계획 (Implementation Plan)

4.2.1. 공급자는 과업 달성을 위한 상세한 실행계획을 발주자에게 제공한다.

4.2.2. 실행계획은 발주자의 과업 계획을 구체적으로 기술하며 하기의 내용들을 포함해야 한다:

4.2.2.1. 과업별 관리 방법 및 체계

4.2.2.2. 상세추진 일정

4.2.2.3. 제출문서들을 작성하기 위한 작업흐름 (work flow).

4.2.3. 공급자는 착수 회의 후 2주내에 실행계획을 문서 및 전자파일 형태로 발주자에게 제출한다 (표2의 Q2).

<input type="checkbox"/> 일반(QA) <input type="checkbox"/> 개별(Tech)	제작/용역 시방서 (TS) Technical Specification		페이지 : 7/16 Page
구매시방서 번호 PS No.	IT-PD-401-23/00003	개정번호 Rev. No	R1.0
품목 / 용역 Item/ Service	ITER 5x Bed 설계 분석 및 제작준비검토(MRR) 용역	품질등급 Quality Class	QC1

4.3. 회의 일정

4.3.1. 진도점검회의

- 4.3.1.1. 공급자는 4주마다 진도점검회의를 원격 또는 대면으로 진행한다.
- 4.3.1.2. 매 회의마다 공급자는 회의록을 작성하여 발주자 및 IO에 제출한다.
- 4.3.1.3. 발주자나 IO의 판단하에 회의 간격을 조절할 수 있다.

4.3.2. 제작준비검토회의(MRR)

- 4.3.2.1. 공급자는 적용문서[7]를 준수하여 제작준비검토 회의에 필요한 기술문서목록 및 Agenda를 회의 전 발주자 및 IO에 제안한다.
- 4.3.2.2. MRR회의는 공식적으로 기록된다.
- 4.3.2.3. MRR에서 발생한 IO의 후속조치의견이 종결된 후 공급자는 설계 및 기술문서들을 개정한다.

4.3.3. 발주자나 IO의 요청이 있을 시, 공급자는 추가적으로 기술회의를 진행한다.

4.4. 제출 문서 및 일정

- 4.4.1. 착수회의 이후 공급자는 하기의 일정에 따라 용역 결과물을 발주자 및 IO에 제출한다.
- 4.4.2. 하기의 표에서 T1은 착수회의를 의미한다.
- 4.4.3. 하기의 문서들은 영문으로 작성한다. 단 최종보고서는 국문으로 작성한다.
- 4.4.4. 공급자는 계약완료일 2주 전까지, 상기 과업들의 모든 결과물과 최종보고서를 작성하여(국문) 발주자에게 제출한다.

<input type="checkbox"/> 일반(QA) <input type="checkbox"/> 개별(Tech)	제작/용역 시방서 (TS) Technical Specification		페이지 : 8/16 Page
구매시방서 번호 PS No.	IT-PD-401-23/00003	개정번호 Rev. No	R1.0
품목 / 용역 Item/ Service	ITER 5x Bed 설계 분석 및 제작준비검토(MRR) 용역	품질등급 Quality Class	QC1

번호	항목	제출 기한
설계 문서		
D1.1	IO 5x Bed 설계분석 보고서	T1+ 4주
D1.2	IO 5x Bed 설계 개선안 및 이에대한 강도계산 보고서	T1+ 12주
D2.1	제작 및 검사계획서 (MIP) 제작절차서, 용접절차서, Inspection Plan	T1+ 26주
D2.2	제작도면 (Manufacturing Drawing, 2D&3D CAD 원본파일) 제반문서 (6.2.11 참조)	T1+ 26주
D3.1	MRR 회의록	T1+ 39주
D3.2	MRR 이후 개정된 설계문서들	T1+ 52주
품질관리 문서		
Q1	품질계획 (Quality Plan)	T1+ 1주
Q2	실행계획 (Impementation Plan)	T1+ 2주
기타 문서		
O1	착수회의 자료	T1
O2	착수회의 회의록	T1+ 1주
O3.i	월간진도회의 자료 및 회의록	T1+ 매 4주마다
최종보고서		
	모든 제작문서에 대한 전자파일	계약 완료일 2주전
	최종보고서 (국문)	계약 완료일 2주전

표.2 문서제출일정표

4.5. 문서 작성방법 및 승인 조건

- 4.5.1. 공급자는 '2.2.2 IO 제공문서' 및 '6. 기술사양' 에 명시된 요구사항에 맞추어 문서를 작성한다.
- 4.5.2. (용지사용) 서류에는 일반적으로 A4용지를 사용하며 도면에는 크기에 따라 A0, A1, A2, A3 등의 용지를 사용한다.
- 4.5.3. 문서는 MS word 및 PDF 포맷으로 발주자 및 IO에 제출하며, 공식적인 검토와 승인을 위하여 발주자의 문서관리 시스템 (ITER Korea Information Management System, IKIMS) 및 ITER 문서관리 시스템 (ITER Document Management, IDM) 에 등록한다.
- 4.5.4. IDM 등록 후 10영업일(Woking days) 동안 문서 검토가 진행된다. 만약 IO 및 발주자에서 수정 요청이 있을 경우, 공급자는 10영업일 이내에 개정본을 IDM에 제출한다.
- 4.5.5. 공급자와 IO간의 문서 교환은 적용문서[8]에 근거하여 진행한다.

<input type="checkbox"/> 일반(QA) <input type="checkbox"/> 개별(Tech)	제작/용역 시방서 (TS) Technical Specification		페이지 : 9/16 Page
구매시방서 번호 PS No.	IT-PD-401-23/00003	개정번호 Rev. No	R1.0
품목 / 용역 Item/ Service	ITER 5x Bed 설계 분석 및 제작준비검토(MRR) 용역	품질등급 Quality Class	QC1

4.6. 기록매체 제작 및 검사요건

- 4.6.1. 기록매체(CD-ROM 등)에 수록할 모든 자료(도면 및 문서)는 전자파일 그대로 수록하는 것을 원칙으로 한다.
- 4.6.2. CD-ROM에 수록할 모든 자료(도면 및 문서)의 Image File Format은 CCITT Group4 TIFF 압축 방식 또는 PDF(Portable Document Format)를 사용한다.
- 4.6.3. Image File은 화면 검색 및 출력 시 판독이 가능한 해상도(200DPI 이상)를 유지하도록 Scanning되어야 한다.
- 4.6.4. 도면 및 문서의 Image File 변환 시 Scanning 축척은 1:1로 하여야 한다.
- 4.6.5. 도면인 경우는 Multipage TIFF (1개의 이미지파일 내에 다수개의 페이지를 모두 포함시킬 수 있는 파일포맷)를 사용할 수 없으며, 문서인 경우에 한하여 Multipage TIFF를 사용한다.
- 4.6.6. CD-ROM에 수록할 경우 자료의 목록과 원문 이미지 데이터가 연계될 수 있도록 수록 폴더명, 파일명(File Name) 등을 동일하게 부여하여 수록토록 하여야 한다.
- 4.6.7. 전자매체에 수록하여 보관되는 모든 기록물은 발주자 전산시스템에 등록 가능한 형태의 자료이어야 한다.
- 4.6.8. 설계가 완료된 데이터는 CAD Tool에서 제공하는 확장자의 2D/3D 원본 파일을 제출해야 하며, 요청 시 STEP/IGES/3D XML 등의 확장자 또한 제공하여야 한다.

5. 요구사항

5.1. 도면 관리

- 5.1.1. 작성하는 도면들은 IO 혹은 발주자가 지정하는 CAD 소프트웨어 및 버전을 사용하며, 공급자가 임의로 소프트웨어나 버전을 변경할 수 없다.
- 5.1.2. 3D 모델 제작 및 도면작업 수행 전, IO 혹은 발주자가 제공하는 환경설정파일 및 도면양식을 제공받아야 한다.
- 5.1.3. 설계문서 및 도면의 통합을 위하여 필요시 발주자가 실시하는 교육프로그램에 참여해야하며, 도면품질검사 요청 시 적극 협조하여야 한다.
- 5.1.4. 작성한 문서 및 도면들은 공급자가 최소 5년간 보관해야 하며 그 이후에는 발주자 및 IO 기록관리절차에 따라 이관할 수 있다.

<input type="checkbox"/> 일반(QA) <input type="checkbox"/> 개별(Tech)	제작/용역 시방서 (TS) Technical Specification		페이지 : 10/16 Page
구매시방서 번호 PS No.	IT-PD-401-23/00003	개정번호 Rev. No	R1.0
품목 / 용역 Item/ Service	ITER 5x Bed 설계 분석 및 제작준비검토(MRR) 용역	품질등급 Quality Class	QC1

5.2. 품질보증요건

5.2.1. 본 과업의 품질요구사항은 'ITER 품질 요구사항'[1] 에 근거한다.

5.2.2. 공급자는 ASME 'U' Stamp 혹은 이에 준하는 인증을 소유하고 있어야 한다.

5.2.3. 공급자는 ISO 9001 인증을 보유 및 이에 준하는 품질경영시스템을 확보한 경우에도 인정할 수 있다. 또한, 본 계약의 이행을 위한 협력업체를 활용할 경우에도 마찬가지이다.

5.2.4. 공급자는 9001:2015 (품질경영시스템 인증서)에 따른 품질관리 및 보증을 진행한다.

5.2.5. '4.4 제출문서 및 일정'에 따라 공급자는 착수회의 이후 1주일 이내에 품질 계획 (Quality plan) 초안을 발주자에게 제출해야 하고(표2의 Q1), 발주자 및 IO의 승인 후 계약이행을 할 수 있다. 품질계획은 적용문서[2]를 바탕으로 작성하며 하기의 내용들을 포함한다:

- 조직의 구성
- 작업자의 자격여부
- 추가적으로 예상되는 협력업체 (Sub-Contractors)
- 설계관리 프로세스
- 설계 검토자의 독립성 보장
- 문서관리 프로세스

5.2.6. 공급자는 발주자가 품질보증을 위하여 기타 필요한 조치 및 서류제출을 요구할 경우 지체없이 이에 따라야 한다.

5.2.7. 공급자가 발주자에게 제출한 서류 및 도면은 발주자의 소유이며, 공급자는 제출한 서류의 반환을 요구할 수 없다.

5.2.8. 공급자는 계약이행과정 중 용역시방서 요건과 불일치 요건이 발생할 경우, 적용문서[6] 의 양식 '불일치사항 처리 요청서(Deviation Request, DR)'을 발행하여 발주자 및 IO의 승인을 득한 후 작업한다.

5.2.9. 공급자는 계약이행과정 중 용역시방서 요건과 부적합한 요건이 발생할 경우, 적용문서[4] '부적합보고서 (Non-Conformity Report, NCR)' 절차서를 준수하고, 발주자 및 IO의 승인을 득한 후 작업한다.

5.2.10. 공급자는 CFSI(Counterfeit, Fraudulent and Suspect Items)가 발생하지 않도록 예방활동을 하여야 한다. CSFI가 발생한 경우 지체없이 발주자 및 IO에게 통보하고 발주자 및 IO의 지시에 따른다.

<input type="checkbox"/> 일반(QA) <input type="checkbox"/> 개별(Tech)	제작/용역 시방서 (TS) Technical Specification		페이지 : 11/16 Page
구매시방서 번호 PS No.	IT-PD-401-23/00003	개정번호 Rev. No	R1.0
품목 / 용역 Item/ Service	ITER 5x Bed 설계 분석 및 제작준비검토(MRR) 용역	품질등급 Quality Class	QC1

5.3. 특기사항

5.3.1. 공급자는 용역을 진행함에 있어 본 시방서에 규정된 제반사항을 준수하여야 한다.

5.3.2. 공급 입찰자는 본 시방서의 기술사양을 바탕으로 기술제안서를 제출한다 (기술심사에 반영 가능). 이는 아래와 같은 내용을 포함하여야 한다.

5.3.2.1. 현 5x Bed 설계의 코드 부적합성 분석 (소재, 제작 및 NDT)

5.3.2.2. 5x Bed의 제작성 향상 방안

5.3.2.3. 5x Bed NDT의 코드 적합성 충족 방안

5.3.2.4. 기타 설계 개선 방안

5.3.2.5. 품질계획

5.3.2.6. 추진일정안

※ 공급자는 입찰 후 계약이 체결된 업체를 말하며, 공급입찰자는 입찰공고시 응찰하는 업체를 말함

5.3.3. 공급자는 제작준비검토회의 이후 발주자 및 IO의 후속조치 요구사항에 적극 응해야 한다.

5.3.4. ITER 프로젝트는 영어를 공식 언어로 사용한다. 본 과업에 대한 모든 문서는 영어를 기반으로 작성한다 (국문 최종보고서 제외)

5.3.5. IO가 참석한 모든 회의는 영어로 진행한다.

5.3.6. 공급자는 본 과업을 수행함에 있어서 발주자 및 IO가 지정하는 소프트웨어 및 버전을 사용하며, 공급자가 임의로 소프트웨어나 버전을 변경할 수 없다.

6. 기술사양

본 항목에 기술된 사양들은 ASME 기술기준을 설계 및 제작에 적용 시 고려해야 하는 요구조건이며, 과업 3.1-3.4항의 설계안 변경/개선 및 제작성 적합성 검토결과에 따른 변경이 필요할 시 발주자와 협의 후 진행한다. 기준 코드의 요구조건을 완화시키지는 않는다.

6.1. 기술적 요구 사항

6.1.1. 일반

6.1.1.1. 5x Bed의 설계 파라미터들은 참고문헌[19]에 기술되어 있다.

6.1.1.2. 5x Bed 예비설계의 도면은 참고문헌[17]에 기술되어 있다. 공급자는 이를 바탕으로 제작설계 도면을 작성한다. 또한 공급자는 도면의 일관성 및 코드적합성을 검토하고, 해당과정에서 발견한 모든 문제점 및 해결책을 발주자 및 IO에 통보한다.

<input type="checkbox"/> 일반(QA) <input type="checkbox"/> 개별(Tech)	제작/용역 시방서 (TS) Technical Specification		페이지 : 12/16 Page
구매시방서 번호 PS No.	IT-PD-401-23/00003	개정번호 Rev. No	R1.0
품목 / 용역 Item/ Service	ITER 5x Bed 설계 분석 및 제작준비검토(MRR) 용역	품질등급 Quality Class	QC1
<p>6.1.1.3. 5x Bed의 강도 계산은 참고문헌[18]에 기술되어 있다. 공급자는 해당 문서의 코드 적합성을 검토하고, 검토과정에서 발견한 모든 문제점 및 해결책을 발주자 및 IO에 통보한다.</p> <p>6.1.1.4. IO에서 작성한 제작절차 및 NDE 계획은 참고문헌[16]에 기술되어있다. 공급자는 이를 바탕으로 제작 및 검사계획서(MIP)를 작성한다.</p> <p>6.1.2. 5x Bed 구성요소</p> <p>6.1.2.1. 5x Bed는 2개의 용기 (Inner Vessel 및 Vacuum Jacket)로 구성된다.</p> <p>6.1.2.2. Inner Vessel은 SUS소재의 수직 원통용기로써, 내부에 수소흡장재(감손우라늄) 삽입을 위한 copper cell을 설치한다. Inner Vessel은 Vacuum Jacket과 하중지지 구조물로 연결된다.</p> <p>6.1.2.3. Inner Vessel 외부에 Thermocouple 및 Electrical heater 부착을 위하여 grooving 가공을 진행한다. Thermocouple 및 Electrical heater는 vacuum brazing을 통하여 Inner vessel에 접합된다.</p> <p>6.1.2.4. Inner Vessel의 내부 구성요소는 하기와 같다:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 용기 내부를 감싸는 Copper Liner (loose fitting). - 수소흡장재 배치를 위한 Copper Sheet (3 layers, 32cells per layer) - Copper Sheet와 용기의 Top/Bottom Cap 사이에 위치한 Inconel 600 porous sheet. <p>6.1.2.5. 감손우라늄(9.3kg) 계량 후 Copper Sheet cell 사이에 주입된다. 우라늄 주입 공정 후 Bottom cap과 Inner Vessel Shell을 최종용접하고 NDT를 시행한다.</p> <p>6.1.2.6. 상기의 용접 후, Inner Vessel 내부는 아르곤 가스를 주입 후(1기압) 봉인한다.</p> <p>6.1.2.7. Vacuum Jacket은 SUS 소재의 수직 원통용기로써 상부는 flat flange, 하부는 lower dished 구조를 가진다. 상부 flange는 압력경계 (Pressure Boundary) 역할을 수행하며, Inner Vessel의 파이프 등이 통과한다.</p> <p>6.1.2.8. Vacuum Jacket shell에 부착된 두 개의 브라켓을 통하여 5x Bed를 지지한다. 해당 브라켓 이후의 지지구조물과 글로브박스와의 연결부는 본 용역의 범위에서 제외한다.</p> <p>6.1.2.9. 설치하는 노즐의 부착위치 및 사이즈는 참고문헌[17], [19] 에 기술되어 있다. 공급자는 노즐의 부착위치에 대하여 코드 적합성을 검증해야한다.</p> <p>6.1.3. 설계 요구조건</p> <p>6.1.3.1. 5x Bed는 IO의 설계요구조건[9] 및 시방서의 요구조건에 근거하여 설계한다. 또한 하기의 기술된 기준 코드에 맞추어 제작 및 검사 절차를 작성한다.</p>			

<input type="checkbox"/> 일반(QA) <input type="checkbox"/> 개별(Tech)	제작/용역 시방서 (TS) Technical Specification		페이지 : 13/16 Page
구매시방서 번호 PS No.	IT-PD-401-23/00003	개정번호 Rev. No	R1.0
품목 / 용역 Item/ Service	ITER 5x Bed 설계 분석 및 제작준비검토(MRR) 용역	품질등급 Quality Class	QC1
<p>6.1.3.2. 기준 코드는 'ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section VIII, Division 2'를 적용한다. 타 코드를 적용할 경우, 사용 전에 IO의 승인을 받아야 한다.</p> <p>6.1.3.3. 상기의 기준 코드가 복수의 허용응력(allowable stress)을 제시할 경우, 가장 보수적인 값을 적용한다.</p> <p>6.1.3.4. 5x Bed의 운전 조건은 참고문헌 [19]에 기술되어 있으며 해당 운전조건 하에서 5년간의 시운전(commissioning) 및 20년의 운전 기간을 가진다.</p> <p>6.1.3.5. 5x Bed는 부식(corrosion), 침식(erosion), 마모(abrasion) 환경에 노출되지 않아야 한다. Inner Vessel과 Vacuum Jacket의 부식여유(Corrosion Allowance)는 0mm로 설계한다.</p> <p>6.1.3.6. 기초적인 내진해석은 IO가 수행한 바 있다[18]. 추가적인 내진 해석은 본 용역에서 제외한다.</p> <p>6.1.3.7. IO 제공 도면[17]에서 공차가 주어지지 않은 경우, 공급자는 공학적 판단 혹은 표준공차를 공차값으로 적용할 수 있다. 본 시방서에서 기술되지 않은 측정 분해능 (Resolution of Design Tolerance) 은 IO와 협의하여 결정한다.</p> <p>6.1.4. 소재 요구조건</p> <p>6.1.4.1. 압력용기에는 316L, 316, 304L 혹은 304 Stainless Steel을 적용한다. 코드는 'ASME BPVC Section VIII, Division 2 and Section II parts A, C and D material definitions'에 근거한다.</p> <p>6.1.4.2. 용가재(Weld filler material)는 모재에 적합한 소재를 사용하며 'ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section II, Part C, Specifications for Welding Rods, Electrodes, and Filler Metals' 기준에 근거한다.</p> <p>6.1.5. 제작 요구조건</p> <p>6.1.5.1. 공급자는 참고문헌[3]에 근거하여 제작 및 검사계획서(MIP)를 작성한다.</p> <p>6.1.5.2. Inner Vessel의 표면거칠기(RA)는 6.3 micrometer 이하를 준수한다.</p> <p>6.1.6. 용접 요구조건</p> <p>6.1.6.1. 모든 용접 절차는 'ASME BPVC Section VIII, Division 2, and Section IX'를 준수하여 용접검증 및 용접사검증 절차를 포함하는 용접절차서 작성해야 한다.</p> <p>6.1.6.2. 각각의 용접 절차는 제작검사계획서(MIP) 및 Weld map에 기록한다.</p> <p>6.1.6.3. 모든 압력경계(Pressure Boundary)는 full penetration 용접을 적용한다. 해당 용접부들은 100% 체적 검사(volumetric examination)를 기준코드에 근거하여</p>			

<input type="checkbox"/> 일반(QA) <input type="checkbox"/> 개별(Tech)	제작/용역 시방서 (TS) Technical Specification		페이지 : 14/16 Page
구매시방서 번호 PS No.	IT-PD-401-23/00003	개정번호 Rev. No	R1.0
품목 / 용역 Item/ Service	ITER 5x Bed 설계 분석 및 제작준비검토(MRR) 용역	품질등급 Quality Class	QC1
<p>진행한다.</p> <p>6.1.6.4. 공급자는 제작설계 시 각각의 용접부에 대하여 고유의 번호를 부여한다. 해당 번호는 Weld Control record, Weld map, MIP 및 제작도면에 기록한다.</p> <p>6.1.7. 세정 요구조건</p> <p>6.1.7.1. 공급자는 MIP 작성시 세정 절차를 포함한다. 세정 기준은 ‘ASTM G-93 level 3’ 혹은 그 이상으로 한다.</p> <p>6.1.7.2. 용접 및 감손우라늄 삽입 전에 5x Bed 내부에 필수적으로 세정을 진행한다.</p> <p>6.1.7.3. 최종 세정은 표면거칠기 및 재료물성에 손상을 주지 않아야 한다.</p> <p>6.1.7.4. 세정 후 자연건조 혹은 강제건조를 적용할 수 있다. 세정액이 충분히 증발하도록 최소 건조시간을 설정한다.</p> <p>6.1.7.5. 세정된 부품은 plastic bag(250ppm chloride 이하)에 봉인하여 보관한다.</p> <p>6.1.8. 명판 (Nameplate)</p> <p>6.1.8.1. 명판에는 본 시방서에서 기술한 설계, 코드, 규제에 대한 내용을 포함한다.</p> <p>6.1.8.2. 명판은 300 series Stainless Steel로 제작한다.</p> <p>6.1.8.3. 모든 명판은 영문으로 작성한다.</p> <p>6.1.9. 리프팅러그 (Lifting Lug)</p> <p>6.1.9.1. 공급자는 5x Bed 설계 시 운송 및 수직방향의 리프팅을 고려한다.</p> <p>6.1.9.2. 5x Bed의 리프팅은 Vacuum Jacket 측면에 설치된 러그 혹은 Vacuum Jacket Top Flange에 볼트체결된 러그를 통하여 진행한다.</p> <p>6.1.9.3. Top Flange의 리프팅러그는 5x Bed 전체 무게(Dry weight 기준)의 175%를 견디도록 설계한다. 해당 리프팅러그는 볼트를 이용해 탈부착이 가능하며, 사용하지 않을 시 해당 hole에 플러그를 설치한다.</p> <p>6.1.9.4. 5x Bed 운전 시 Vacuum Jacket shell에 부착된 두 개의 브라켓을 통하여 지지한다. 해당 브라켓 이후의 지지구조물과 글로브박스와의 연결부는 본 용역의 범위에서 제외한다.</p> <p>6.1.10. 검사 요구조건</p> <p>6.1.10.1. 공급자는 모든 비파괴검사 과정을 MIP에 포함한다.</p> <p>6.1.10.2. 공급자는 5x Bed 초기 제작과정에서 결함을 감지하고 적절한 수정조치가 가능하다고 판단될 때, 추가적인 비파괴검사 과정을 제안할 수 있다.</p> <p>6.1.10.3. 공급자는 각각의 비파괴검사에 대한 절차서를 제출한다.</p>			

<input type="checkbox"/> 일반(QA) <input type="checkbox"/> 개별(Tech)	제작/용역 시방서 (TS) Technical Specification		페이지 : 15/16 Page
구매시방서 번호 PS No.	IT-PD-401-23/00003	개정번호 Rev. No	R1.0
품목 / 용역 Item/ Service	ITER 5x Bed 설계 분석 및 제작준비검토(MRR) 용역	품질등급 Quality Class	QC1
<p>6.1.10.4. 모든 비파괴검사의 승인 기준 및 성적서 작성은 'ASME BPVC Section V'을 준수하여 비파괴검사절차서를 작성한다.</p> <p>6.1.10.5. 모든 full penetraion 용접은 100% 방사선검사(Radiographic Testing, RT)을 적용한다. RT가 불가능한 구조일 경우 초음파검사(Ultrasonic Testing, UT)로 대체한다.</p> <p>6.1.10.6. Inner Vessel 혹은 Vacuum Jacket 내부에는 액체침투탐상법(Liquid Penetration test, PT)를 적용할 수 없다. 단 기준코드에서 요청하거나 대안이 없을 시 적용 가능하다.</p> <p>6.1.10.7. 각 용기는 'ASME BPVC Section VIII, Division 2'에 근거하여 공압압력시험(pneumatic pressure test)을 진행한다. 순도 99%이상의 질소 혹은 아르곤 가스를 설계압력의 1.1배로 적용한다.</p> <p>6.1.10.8. 수분은 용기 내부로 유입되면 안되며 수압테스트(Hydrodynamic test)는 금지한다.</p> <p>6.1.10.9. 공압압력시험의 Leak 확인 과정에서 버블 용액(Bubble forming solution)을 사용할 수 없다.</p> <p>6.1.10.10. 각 용기는 'ASME BPVC Section V, Article 10, Appendix IX(Helium Mass Spectrometer Test - Hood Technique)'에 의거하여 헬륨누설시험(Helium Leak Test)을 진행한다.</p> <p>6.1.10.11. 모든 용접부에 대하여 100% 육안검사를 실시한다.</p> <p>6.1.10.12. 각 용기와 용접부에 대한 육안검사 기준은 'ASME BPVC Section V'에 따른다.</p> <p>6.1.10.13. 지지구조물의 용접부에 대한 육안검사 기준은 'AWS D1.6.'에 따른다.</p> <p>6.1.10.14. 방사선검사는 'ASME BPVC Section V'에 의거하여 진행하며 승인기준은 'ASME BPVC Section VIII, Division 2'을 따른다.</p> <p>6.1.10.15. 액체침투탐상법은 하기의 조건을 충족하는 경우에만 실시한다:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 'ASME BPVC Section V'의 코드적합성과 'ASME BPVC Section VIII, Division 2'의 승인기준에 부합할 때 - 다른 NDT를 적용할 수 없는 경우 <p>6.1.10.16. 감손우라늄 삽입 후 Inner Vessel의 최종 용접 단계에서 구조상 100% 검사가 불가능할 수 있다. 이 경우 발주자는, IO PE(pressure equipment)/NPE(Nuclear pressure equipment) 전문가와 최종용접의 Integrity를 보장하는 검사방법에 대하여 합의하여야 하며, 공급자는 이에 협조한다.</p>			

<input type="checkbox"/> 일반(QA) <input type="checkbox"/> 개별(Tech)	제작/용역 시방서 (TS) Technical Specification		페이지 : 16/16 Page
구매시방서 번호 PS No.	IT-PD-401-23/00003	개정번호 Rev. No	R1.0
품목 / 용역 Item/ Service	ITER 5x Bed 설계 분석 및 제작준비검토(MRR) 용역	품질등급 Quality Class	QC1

6.2. 설계 자료의 제공: 공급자는 ‘ASME BPVC Section VIII, Division 2’에 의거하여 하기의 내용을 포함한 설계 자료를 제공한다.

6.2.1. Section 1: Designer Declaration of Conformity

6.2.2. Section 2: Hazard and Risk Analysis, ASME Manufacturer’s Design Report

6.2.3. Section 3: As built Drawings, Strength and Stress Analysis Design Report

6.2.4. Section 4: Fabrication Documents, including but not limited to:

- Quality Plan
- Manufacturing and Inspection Plan
- Manufacturing Procedures
- Bill of Material
- Weld Maps
- Weld Repair and Temporary Attachment Maps