

	KSTAR 장치운영사업	개정번호: 0
	용역 시방서	발행일자: '23. 03. 페이지: 1/11

제 목 : KSTAR TF Magnet의 구조성능 평가

개정 이력

개정번호	개정일자	개 정 사 유
0	2023. 03.	최초발행

관련부서 검토

소속/직책	성 명	서 명	일 자

작성, 검토 및 승인

구 분	소속/직책	성 명	서 명	일 자
작 성	KSTAR운전팀/담당	안 희 재		2023. 3. 23
검 토	KSTAR운전팀/담당	박 현 기		2024. 3. 24
검 토	KSTAR운전팀/담당	김 영 옥		2024. 3. 24
검 토	KSTAR운전팀/팀장	김 광 표		2023. 3. 24
승 인	토카막장치기술부/부장	박 갑 래		2023. 3. 24

목 차

1. 목 적
2. 계약 범위 및 용역 기간
3. 사용 소프트웨어 요구사항 및 업무
4. 업무 추진 요구 사항
5. 특 기 사 항
6. 결 과 물 제 출
7. 품 질 보 증 요 건
8. 불 임

1. 목 적

본 용역 시방서는 한국핵융합에너지연구원(이하 KFE)에서 수행하는 KSTAR TF (Toroidal Field) Magnet의 구조성능 평가를 위한 TF 코일과 자석 구조물의 해석을 수행하는 데 필요한 전반적인 기술 사양과 제반 조건을 규정하는 데 목적이 있다.

2. 계약범위 및 용역기간

2.1 일반사항

- 2.1.1 계약자는 본 시방서에서 언급하고 요구하는 모든 제반 조건 및 기준을 만족시켜야 하며, 또한 본 용역 수행에 필요한 기술 인력과 필요 장비 및 관련 자료를 확보하여야 한다.
- 2.1.2 계약자는 본 시방서에서 요구하고 있는 기술 사항 및 제반 기준에 대하여 필요 시 발주자의 승인을 취득한 후 각각의 제 공정 또는 후속 업무를 진행하여야 하며, 발주자의 기술적인 요구 사항에 적극적인 협조를 하여야 한다.
- 2.1.3 계약자는 본 시방서에 명기된 요건과 발주자가 제공하는 연구 수행 자료를 기반으로 하여 상세 기술 사양에 제시된 세부 기술 업무를 수행하여야 하며, 발주자의 사정에 따라 계약 상세사항은 상호 협의 변경할 수 있다.

2.2 계약범위

본 용역은 KSTAR TF Magnet의 구조성능 평가를 위하여 아래의 업무를 포함한다.

- 2.2.1 KSTAR TF Coil의 등가물성 평가
- 2.2.2 해석을 위한 CAD Model의 형상 단순화 및 경계조건 정립
- 2.2.3 ANSYS 구조해석 모델 작성 및 검증
- 2.2.4 작용 하중 (기계하중, 온도변화, 전자기력) 분석 및 적용
- 2.2.5 ANSYS 구조해석 및 결과 분석
- 2.2.6 KSTAR TF Magnet의 구조성능 평가 보고서 작성

2.3 용역기간

본 용역의 기간은 2.2 계약범위에 명기된 업무를 계약 후 6개월을 기준으로 하며, 상호 협의에 따라 계약금액의 증감 없이 본 용역 기간의 변경이 있을 수 있다.

3. 사용 소프트웨어 요구사항 및 업무

3.1 사용 소프트웨어 요구사항

TF Magnet 구조해석 업무와 관련하여 사용되는 소프트웨어는 ANSYS Mechanical을 기준으로 하며, 사용 버전은 “ANSYS 2022 이상”을 최신 버전을 권장하며, 원활한 해석을 위해서 고성능 하드웨어를 구비하고 있어야 한다.

3.2 업무

KSTAR 초전도자석 시스템은 아래의 그림 1에서 나타낸 개략도와 같이 D-Shape의 Toroidal Field (TF) Magnet과 Ring-Shape의 Poloidal Field Magnet으로 구성되어 있다. 본 용역의 대상인 TF Magnet은 그림 3에 나타낸 것과 같이 22.5°의 D-형상이며, 총 16개로 구성되어 있다.

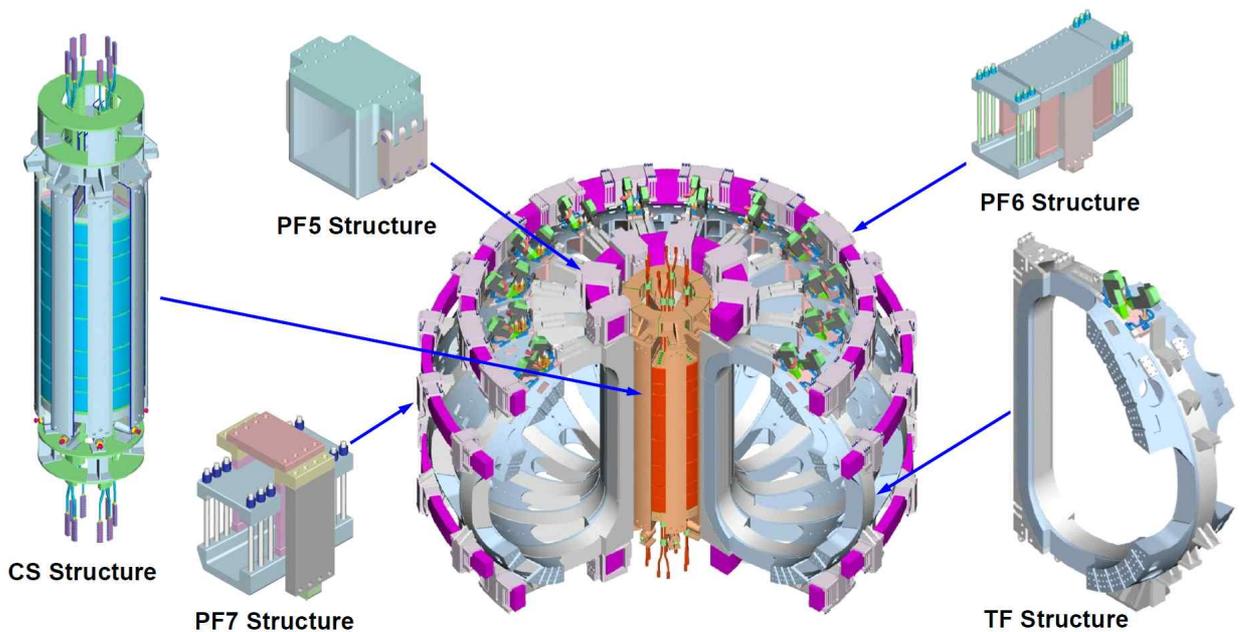


그림 1. KSTAR 초전도자석 시스템 개략도

3.2.1 KSTAR TF 자석의 등가물성 평가

TF 자석을 구성하는 Coil은 아래의 그림 2와 같은 Cable-in-Conduit Conductor (CICC)가 D-형태로 연속적으로 감겨 있다. TF Coil의 형상이 복잡하므로 편리한 해석을 위해서 등가물성을 평가하여 해석 모델에 적용하는 방법을 권장한다.

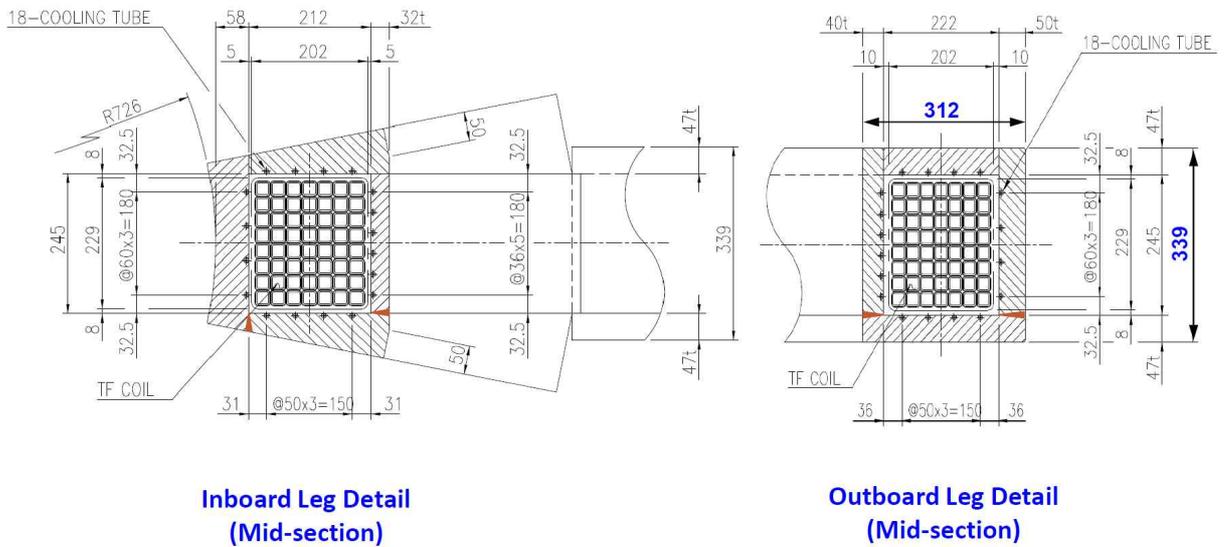


그림 2. TF Magnet의 단면 형상

3.2.2 해석 Model의 형상 단순화 및 경계조건 정립

그림 3과 같은 22.5°의 TF Magnet은 16개가 서로 조립되어 Toroidal Support Ring에 고정되어 있다. 해석을 위하여 KFE에서 제공하는 CAD Model의 형상을 단순화하고 적절한 경계조건을 정립하여야 한다.

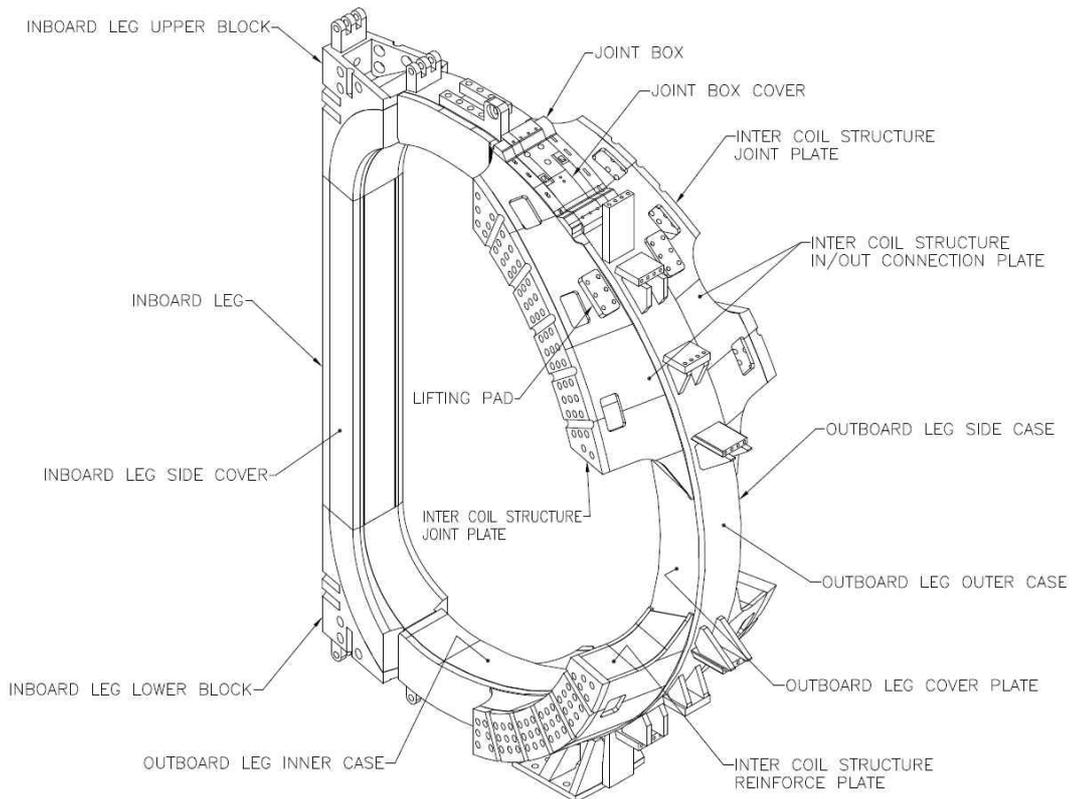


그림 3. KSTAR TF Magnet 형상

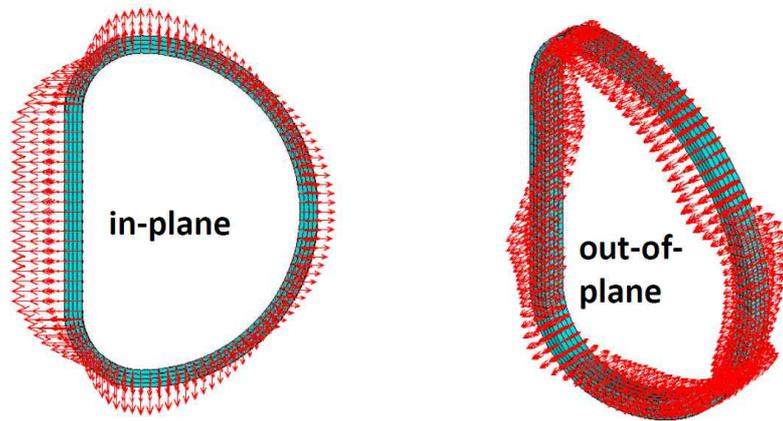
3.2.3 ANSYS 구조해석 모델 작성 및 검증

계약자는 기본적으로 요소망(격자) 생성은 ANSYS 또는 전문 소프트웨어를 통하여 작성되어야 하며 육면체(Hexagonal) 형태의 기본요소를 사용하여 요소망을 생성하여야 한다. 해석 모델에 오류가 존재하지 않는지 자체 검증하는 과정이 필요하다.

3.2.4 작용 하중 (기계하중, 온도변화, 전자기력) 분석 및 적용

계약자는 KFE에서 제공하는 기본 조립 절차 및 측정 자료에 근거하여 조립에 의한 기계하중을 분석하고 적용하여야 한다.

KSTAR의 운전 시에 발생하는 냉각 및 승온 등의 온도변화 영향과 KFE에서 제공하는 그림 4와 같은 전자기력을 분석하여 해석에 적용해야 한다.



Nodal Forces of TF coil under the MOF Condition

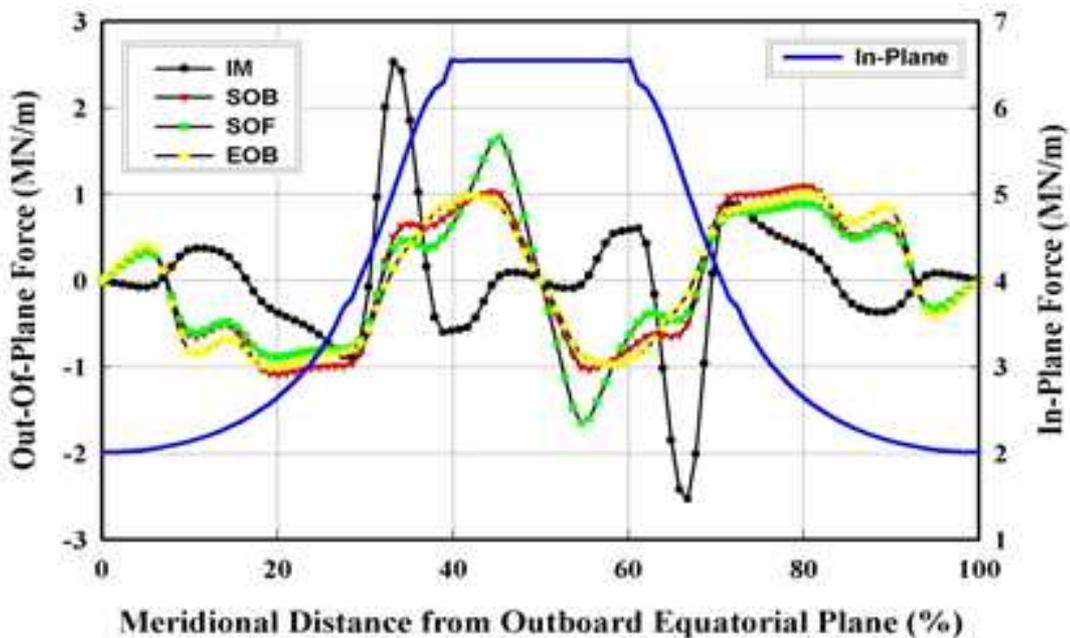


그림 4. TF Coil에 작용하는 전자기력 (sample)

3.2.5 ANSYS 구조 해석 및 결과 분석

계약자는 아래의 해석조건 및 KFE의 요구가 반영된 해석을 수행하여야 한다. 각 해석조건에 관한 결과를 분석하고 KFE와 분석 결과를 협의한다.

3.2.6 KSTAR TF Magnet의 구조성능 평가 보고서 작성

계약자는 구조해석의 결과 분석을 토대로 KSTAR TF Magnet의 구조성능을 평가하고 한국핵융합에너지연구원(KFE)에서 제공하는 양식에 따라 보고서를 작성한다.

4. 업무추진 요구사항

4.1 기술회의

계약자는 착수회의 및 기술적인 업무에 대한 회의를 필요시 협의를 통해 개최하여야 한다.

4.2 용역수행 문서

4.2.1 문서작성은 한컴오피스 또는 MS-Word를, 발표 자료는 MS Powerpoint를 사용함을 원칙으로 한다.

4.2.2 (자체검토, 승인) 공급자가 KFE에 제출하는 모든 문서는 계약서 및 계약서에서 요구하는 기술기준과 품질보증요건에 따라 작성, 검토 및 승인되어야 한다.

4.3 요구사항

4.3.1 계약자는 TF coil에 대한 해석할 때 필요한 재료별 물성 자료는 KFE에서 제공한 자료를 바탕으로 사용한다.

4.3.2 계약자는 KFE가 요구한 해석 자료를 아래와 같이 목록화하여 최종보고서와 같이 제출한다.

- TF 자석에 대한 해석용 단순화 형상 모델 파일
- TF 자석에 대한 ANSYS Mesh 요소망(격자) 생성 파일
- TF 자석에 대한 ANSYS Mechanical 구조해석 파일

5. 특기사항

- 5.1 모든 업무는 관련 시방서 및 문서에 언급된 사항을 기준으로 실행하며 계약자가 임의로 변경하여 적용할 수 없다.
- 5.2 계약자는 KFE가 제공하는 시방서 및 관련 문서에 언급된 모든 기술 사항에 대하여 충분히 검토하여야 하며, 그 검토 결과 누락된 부분, 미비한 사항, 또는 연구소가 제시한 사항보다 우수한(성능, 수명 등) 대안이 있을 때는 계약자의 의견과 이유, 변경 방법 및 내용, 장단점 등을 기술하고, 상세한 근거 자료를 첨부하여 제출하여야 한다.
- 5.3 추가 상세 사양 및 보완사항은 계약자가 확정된 후 추후 계약범위 이내에서 KFE와 협의 조정한다.
- 5.4 계약자(하도급자 포함)는 본 용역의 수행과정에서 반출된 기술자료 및 습득한 제반 지식을 연구소의 사전 승인 없이 국내/외 타 Project에 임의로 사용하거나 반출할 수 없다.
- 5.5 본 시방서에서 언급하고 있는 용역의 산출물 또는 용역의 수행과정에서 계약자가 새로이 습득한 기술정보에 의해 발생한 지적재산권은 발주처로 귀속된다.
- 5.6 계약자는 계약범위 중 일부 업무에 대하여 외주 처리 시 외주업체에 대한 충분한 사전조사 및 검증 절차를 거쳐야 하며, 최종 외주 시방서 대하여 KFE의 승인을 얻어야 한다.
- 5.7 계약일반조건에 규정된 요건은 이 시방서에 기술된 내용에 우선하여 계약자에게 적용한다. 만일, 이 시방서와 계약일반조건이 서로 일치하지 않거나 불명확한 내용이 있을 때 계약자는 KFE에게 통보하여 명확한 해석을 받은 후 이행하여야 한다.

6. 결과물 제출

6.1 제출항목 및 제출시기

계약자는 본 기술시방서에서 제시한 일정, 계획, 절차서 등을 표 2 “제출문서 (또는 결과물) 및 제출시기”에 명기된 기한 내에 제출해야 하며, 본 용역이 시방서 요건에 따라 수행되었음을 증빙하는 문서 및 기록물을 제출하여야 한다.

표 2. 제출문서 (또는 결과물) 및 제출시기

항 목	내 용	제출 수량 및 형태	제출 시기	비고
결과물*	- 최종보고서 및 결과물	- 전자파일	계약 완료 15일 전 제출	

* 계약자는 최종보고서 및 결과물을 제출하기 전 15일 이전에 검토용 보고서 3부와 전자 파일을 KFE에 제출하여 사전검토를 득하여야 한다.

6.2 문서 작성방법

6.2.1 (자체검토, 승인) 계약자가 KFE에게 제출하는 모든 문서는 계약서 및 계약서에서 요구하는 기술기준과 품질보증요건에 따라 작성, 검토 및 승인되어야 한다. 계약자가 자체 승인한 서류를 구매자에게 제출하여야 한다.

6.2.2 (용지사용) 서류에는 일반적으로 A4용지를 사용하며, 도면에는 크기에 따라 A0, A1, A2, A3 등의 용지를 사용한다.

6.2.3 (전자매체의 사용) 구매자의 요청에 따라 전자매체를 이용한 서류를 제출하는 경우, 이 전자매체는 관리기준이 수립 및 운영된 것이어야 하며 검색가능(Retrieveable), 복사가능(Copiable), 재생가능(Reproducible) 또는 이중보관(Duplicable) 등의 품질요건이 충족되어야 한다.

6.2.4 (제출) 계약자는 KFE가 제공하는 붙임 1 [교신문서 양식]을 사용하여 본 시방서에서 요구하는 문서들을 연구소에 제출하여야 한다. 교신문서의 번호부여체계는 계약자 자체 번호체계를 따라 부여한다.

6.2.5 (문서양식) 계약자가 연구소에 제출하여야 하는 문서 중에서 본 시방서 및 연구소가 요구하는 양식을 제외하면, KFE 자체 양식을 사용한다.

6.3 기록매체 제작 및 검사요건

- 6.3.1 기록매체(CD-ROM, DVD-ROM 등)에 수록할 모든 자료(도면 및 문서)는 전자파일 그대로 수록하는 것을 원칙으로 한다.
- 6.3.2 CD-ROM에 수록할 모든 자료(도면 및 문서)의 Image File Format은 CCITT Group4 TIFF 압축 방식 또는 PDF(Portable Document Format)를 사용한다.
- 6.3.3 Image File은 화면 검색 및 출력 시 판독이 가능한 해상도(400dpi 이상)를 유지하도록 Scanning 되어야 한다.
- 6.3.4 도면 및 문서의 Image File 변환 시 Scanning 축척은 1:1로 하여야 한다.
- 6.3.5 CD-ROM 또는 DVD-ROM에 수록할 때 자료의 목록과 원문 이미지 데이터가 연계될 수 있도록 수록 폴더명(Folder Name), 파일명(File Name) 등을 동일하게 부여하여 수록도록 하여야 한다.
- 6.3.6 전자매체에 수록하여 이관되는 모든 기록물은 연구소의 전산시스템에 등록할 수 있는 형태의 자료이어야 한다.
- 6.3.7 (기록검사) 계약자가 제출한 전자매체에 수록된 기록물은 연구소의 내부 기준(수량 검사 및 파일 수록상태 검사, 화질 검사, 검색 연동성 검사 및 외관 검사 및 표준 색인목록 검사 등)에 따라 별도의 인수검사를 하여 전자매체 및 수록된 기록물의 품질이 불량하다고 판정 시에는 인수를 거절할 수 있다.

6.4 인수검사요건

- 6.4.1 계약자가 KFE에 제출하는 모든 서류 및 제품은 적용 기술기준에 따라 작성, 검토, 승인되어야 한다. 계약자가 자체 승인하지 아니한 서류 및 제품이 연구소에게 제출되어서는 안 된다.
- 6.4.2 계약자는 공급하는 용역결과물이 계약조건과 기술시방서에 일치함을 보증해야 한다.
- 6.4.3 KFE는 인수단계 시 제출서류를 검사할 수 있으며 KFE는 인수검사 시 최대한 협조해야 한다.
- 6.4.4 KFE에 의한 인수검사시 누락된 업무 결과물이 없어야 한다. KFE에서 추가 제출을 요구하는 문서가 있을 때 계약자는 추가 문서를 KFE에 제공하여야 한다.

7. 품질보증요건

7.1 일반사항

- 7.1.1 계약자는 업무수행 시 KFE가 제시하는 품질보증요구조건(문서작성, 기록매체작성, 인수검사 등)을 준수하여야 한다.
- 7.1.2 계약자는 KFE가 요구하는 품질보증요구조건에 대한 이행계획 및 방법을 수립하여 "용역수행계획서"에 포함해야 한다.
- 7.1.3 품질보증요건의 이행은 계약자 수립한 지침서, 절차서 또는 지시서에 따라 수행하여야 한다.

7.2 계약이행 조직의 구성

- 7.2.1 계약이행을 위하여 다수의 조직이 관련되는 경우, 각 조직의 책임 한계가 명확히 수립되어야 하고 각 조직 간의 상호 의견교환을 위한 절차가 마련되어야 하며 중요한 정보의 의견교환은 서류화되어야 한다.