

원자력학회 춘계학술발표회 워크숍 -  
원전 형상관리 추진현황 및 향후 계획  
2017. 5. 17, 제주ICC

---

# 원전 형상관리 규제 이행방안 현황

**장현섭, 품질평가실장**



**한국원자력안전기술원**  
KINS KOREA INSTITUTE OF NUCLEAR SAFETY

# 발표 순서

1. 원전 형상관리와 안전성
2. 원전 형상관리에 대한 규제개입
3. 원전 형상관리 규제요건 현황
4. 원전 형상관리의 법적 기반 정비
5. 원전 형상관리 규제지침 개발
6. 사업자 형상관리체계 구축현황 점검 및 피드백
7. 설계변경 관련 변경허가 심사 확인체계 구축

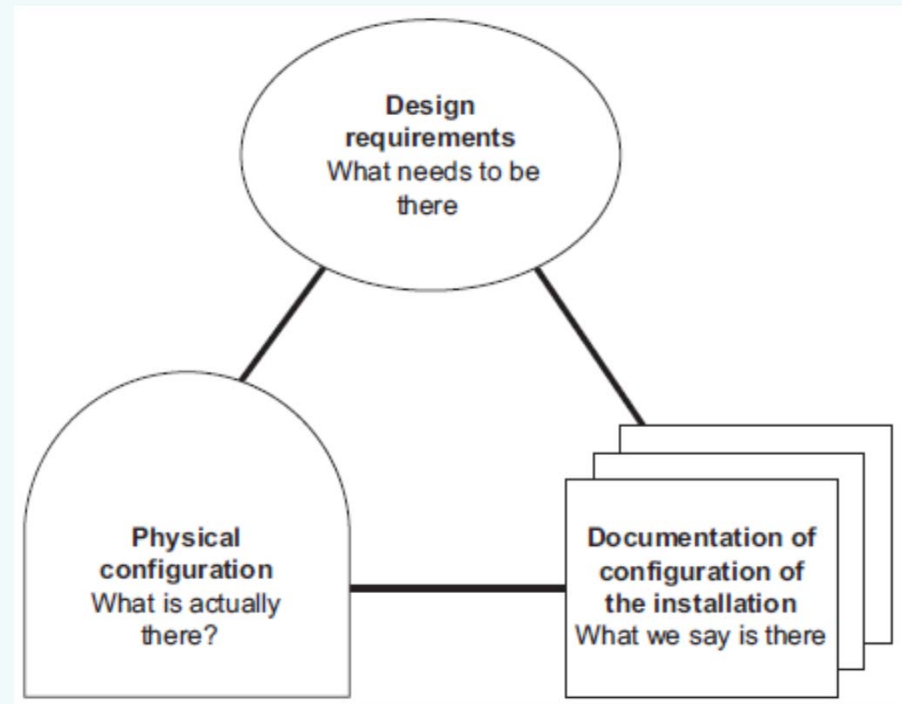
# 원전 형상관리와 안전성

## IAEA Safety Standards Series: Safety Guide GS-G-3.5, The Management System for Nuclear Installations

### CONFIGURATION MANAGEMENT

**5.141. Configuration management is fundamental to safe operation.**

**Configuration management is the process of identifying and documenting the characteristics of the systems and components (including computer systems and software) at an installation and ensuring that consistency is maintained between the design requirements, the physical configuration and the configuration documentation of the installation and its systems and components.**



# 원전 형상관리와 안전성

## IAEA Safety Guide GS-G-3.5, The Management System for Nuclear Installations

**5.142.** The principal concern relating to inadequate configuration management is the loss of the ability to perform safety actions when these are needed.

**Not having the right information available at the right time and in the right format for use by engineering and operations personnel can lead to human errors with potential consequences for safety as well as economic consequences.**

**In many cases, the effort required to respond to and to correct these errors is greater than the effort required to maintain the plant and its structures, systems and components in their design configuration.**

**5.143.** It is assumed that every organization has already knowingly or unknowingly employed the concept of configuration management. The extent of the application of configuration management and its status may be different at different installations, depending on the management's experience of and awareness of configuration management.

# 원전 형상관리에 대한 규제개입

## □ 규제개입의 필요성

- 원전 사건사고 25%: 형상관리 오류 (TECDOC-1335, Jan. 2003)
- 미국 원전 사건사고 26%: 설계기준 오류 (NUREG-1275, Nov. 2000)
- 유럽, 중동 등 국외 신규원전 도입국가의 형상관리 규제 요건
- 국내 원전 사건의 교훈: 납품비리, 시험성적서 위조 등

## □ 규제개입의 방법

- 형상관리 **규제요건**과 **규제지침** 제시 – 신규원전 허가심사요건
- 형상관리 **이행현황 확인** – 특별점검, 품질보증검사, 정기검사 등
- 규제자-사업자간 형상관리 **정책방향 협의** – 피드백 제공

## □ 기대효과 (Expectation)

- 형상관리 3요소간 일치성 담보를 위한 형상관리체계 확립
- 원전 건설 및 가동 기간 중 형상관리 프로그램의 효과적인 이행 보장
- 형상관리 오류에 기인한 사건사고 예방 – 원전 안전성 증진

# 원전 형상관리 규제요건 현황

## □ 외국 규제요건 현황

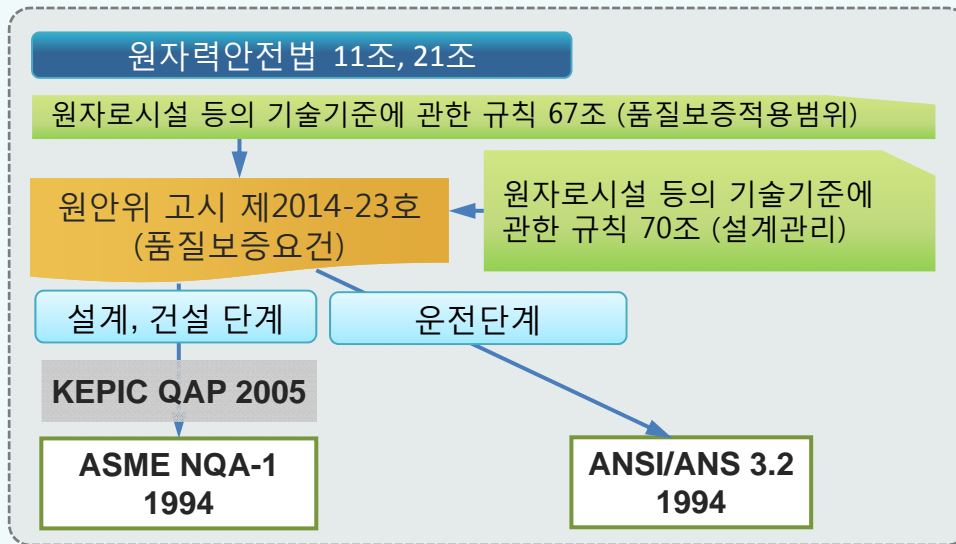
- IAEA: Safety Standards Series, Safety Guide No. GS-G-3.5
  - ◆ The Management System for Nuclear Installations
  - ◆ Section "Configuration Management," Paragraphs 5.141-5.147
- 미국: 10CFR Part 50 Appendix B & NRC RG 1.28/1.33
  - ◆ Quality Assurance Criteria for Nuclear Power Plants and Fuel Reprocessing Plants
  - ◆ NRC RG 1.28, 1.33 – Endorse ASME NQA-1, ANSI/ANS-3.2, respectively
- 핀란드: STUK Regulation Guide YVL B.1
  - ◆ Safety Design of a Nuclear Power Plant
  - ◆ Section "3.3 Configuration Management," Paragraphs 319-330
- UAE: FANR Regulation FANR-REG-16
  - ◆ Operational Safety Including Commissioning
  - ◆ Section "Control of Nuclear Facility Configuration," Articles 12&13

## □ 국내 규제요건 현황

- 원자력시설 등의 기술기준에 관한 규칙 (제67조, 제70조)
  - ◆ 제67조(18개 요건의 세부사항을 고시로 제정하도록 위임), 제70조(설계관리)
- 원자력안전위원회 고시, "품질보증 세부요건 기준"
  - ◆ 설계,건설단계: KEPIC QAP 또는 그와 동등한 ASME NQA-1 적용
  - ◆ 가동단계: KEPIC QAP/ASME NQA-1 및 ANSI/ANS 3.2 적용

# 원전 형상관리의 법적 기반 정비

## 우리나라(2016.7이전)



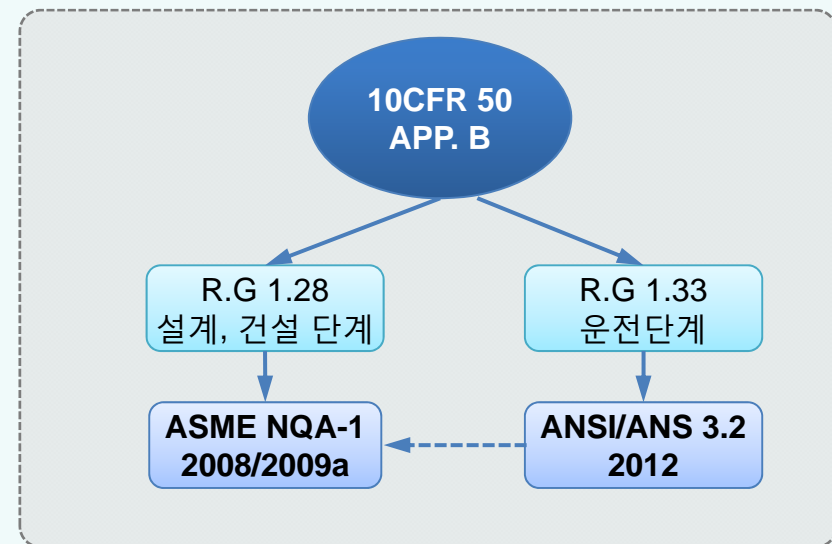
### ASME NQA-1 (1994)

- 형상관리에 관한 명시적 요건 없음

### ANSI/ANS 3.2 (1994)

- §5.2.10. Configuration Management

## 미 국



### ASME NQA-1 (2008/2009a)

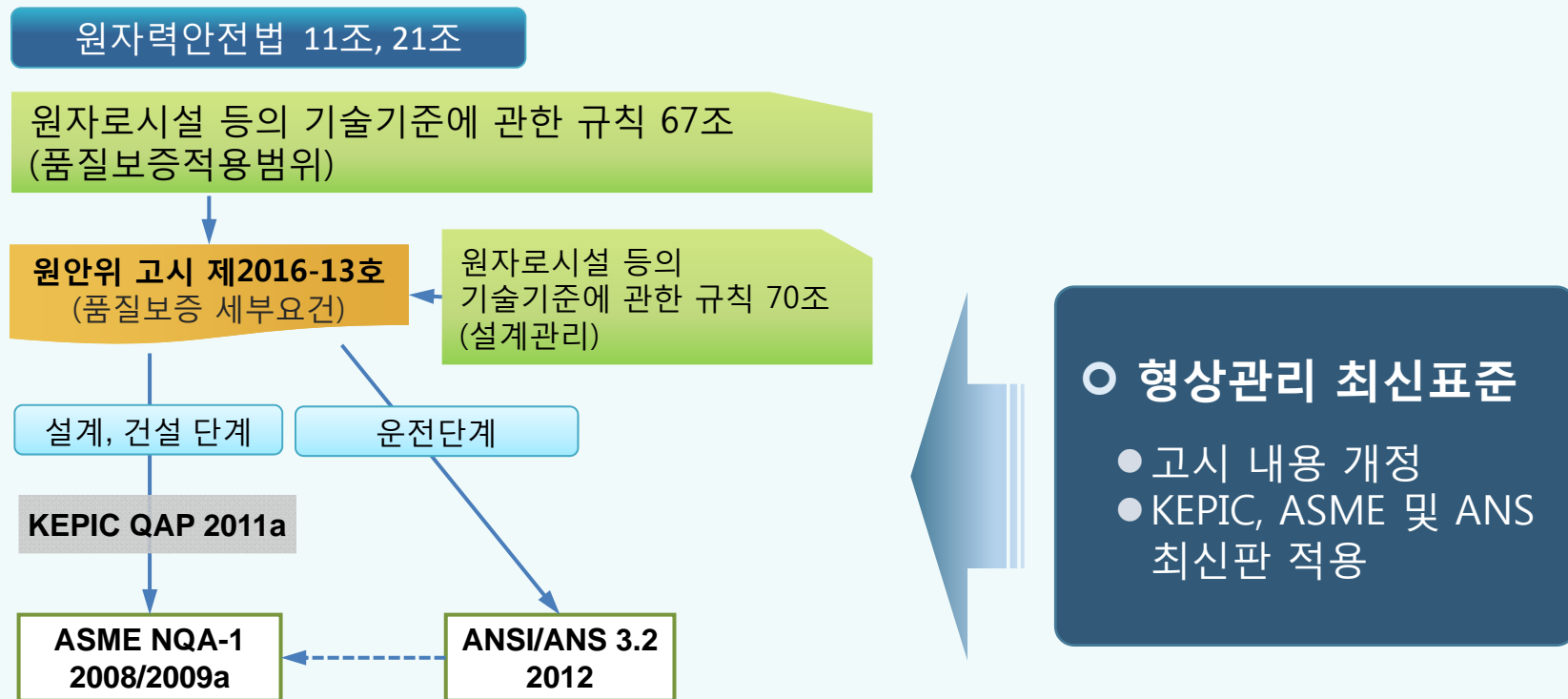
- Requirement 3 (설계관리)  
§601. Configuration Management of Operating Facilities

### ANSI/ANS 3.2 (2012)

- 형상관리에 관한 명시적 요건 없으나
- ASME NQA-1 (2008/2009a)의 설계관리 요건을 준용하도록 규정

# 원전 형상관리의 법적 기반 정비

## □ 형상관리 규제의 법적 기반 정비 (고시개정, 2016.7)



# 원전 형상관리의 법적 기반 정비

## □ 형상관리요건의 품질보증요건체계 편입

원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙, 제68조~제85조 (18 QA Criteria)

1. 조직
2. 품질보증계획
3. **설계관리**
4. 구매서류관리
5. 지시서, 절차서 및 도면
6. 구매품목 및 용역의 관리
7. 품목의 식별관리
8. 특수작업의 관리
9. 검사
10. 서류관리
11. 시험관리
12. 측정 및 시험 장비의 관리
13. 취급, 저장 및 운송
14. 검사, 시험 및 운전 상태
15. 부적합품목의 관리
16. 시정 조치
17. 품질보증 기록
18. 감사

KEPIC QAP-2011a

ASME NQA-1-2008/2009a ← ANSI/ANS-3.2-2012

100. 기본요건
200. 설계입력
300. 설계공정
400. 설계해석
500. 설계확인

### **600. 변경관리**

700. 공유영역관리
800. 소프트웨어 설계관리
900. 문서화 및 기록

**601. 운전시설에  
대한 형상관리**

# 원전 형상관리의 법적 기반 정비

## □ 고시 개정의 의의

- 형상관리와 품질보증의 관계 정립
  - ◆ ASME NQA-1과 ANSI/ANS-3.2의 연계 및 통합의 영향
  - ◆ 형상관리요건의 품질보증요건체계 편입(설계변경관리)
- 형상관리요건의 적용시점 내재
  - ◆ 건설단계에서부터 형상관리가 고려되어야 함을 내재적 요건으로 제시
  - ◆ "... at the earliest practical time prior to facility operation"
- 형상관리요건의 적용대상 확대
  - ◆ 기존 형상관리요건(ANS-3.2-1994)은 원전운영에 국한된 적용요건
  - ◆ 개정 형상관리요건(NQA-1-2008 + ANS-3.2-2012)은 건설단계 및 공급자 수준에서도 인식/고려/적용 가능

## □ 개정고시의 적용

- 의무적 적용대상: 고시일(2016.7.25) 이후 건설허가 또는 운영허가를 신청하는 시설
- 기타 건설 중 또는 가동 중인 시설은 적용성 검토 후 자발적 적용가능

# ANSI/ANS 3.2-1994 형상관리 요건

**ANSI/ANS 3.2-1994, "Administrative Controls and Quality Assurance for the Operational Phase of Nuclear Power Plants"**

## **5.2.10 Configuration Management**

**A configuration management program shall be implemented** to ensure that plant facilities, equipment, drawings, and procedures continue to reflect plant design accurately throughout the life of the plant.

**As a minimum, the program shall clearly identify responsibilities and provide controls for:**

- 1) Documenting, reviewing, approving, and revising design inputs and assumptions.**
- 2) Translating design inputs and assumptions into design requirements.**
- 3) Ensuring that design requirements are accurately reflected by plant facilities and physical features.**
- 4) Ensuring that plant procedures and training materials** are consistent with design inputs and assumptions, design output documents, accident analysis assumptions and results, and plant licensing documents.
- 5) Ensuring that affected documents are changed when** related documents in the program are changed.
- 6) Providing access to** design input, design output, and accident analysis documents for personnel who develop or revise plant procedures.

# NQA-2008 (KEPIC QAP-2011a) 형상관리 요건

## NQA-1-2008, "Quality Assurance Requirements for Nuclear Facility Applications"

### Requirement 3. Design Control

#### 600. Change Control

.....

#### 601. Configuration Management of Operating Facilities.

**Procedures implementing configuration management requirements shall be established and documented at the earliest practical time prior to facility operation.** These procedures shall include the responsibilities and authority of the organization whose function affect the configuration of the facility including activities such as operations, design, maintenance, licensing, and procurement.

601.1 Configuration management requirements **shall include measures to ensure changes** that may affect the approved configuration **are recognized and processed.**

601.2 The configuration **shall be established and approved at the earliest practical time prior to initial operation of the facility and maintained for the life** of the facility.

601.3 The configuration shall include, as applicable, characteristics derived from regulatory requirements and commitments, calculations and analyses, design input, installation and test requirements, supplier manuals and instructions, operating and maintenance requirements, and other applicable sources.

# NQA-2008 (KEPIC QAP-2011a) 형상관리 요건

## NQA-1-2008, “Quality Assurance Requirements for Nuclear Facility Applications”

601.4 **Interface controls** shall include the integration of activities of organizations that can affect the approved configuration.

601.5 **Documentation shall identify the design bases and the approved configuration** for the approved modes of operation.

601.6 Measures shall be established and implemented to ensure that **proposed changes to the configuration are evaluated** for their conformance to the design bases.

601.7 The **implementation sequence for approved configuration changes shall be reviewed** to determine that the configuration conforms to the design bases.

601.8 **Approved by the design authority shall be required** prior to implementation of a change to the design bases.

601.9 The **configuration of the facility shall be documented in drawings, specifications, procedures, and other documents** that reflect the operational status of the facility.

The process used to control the current revision and issuance of these documents shall take into account the use of the document and the need for revision in support of operation.

# 원전 형상관리 규제지침 개발

## □ 규제지침 개발 필요성

- 고시된 형상관리 요건은 원칙적인 수준의 최소 요구사항
- 규제자-사업자간의 커뮤니케이션 언어 통일
- IAEA 안전요건 등 국제요건과의 조화를 고려한 보충 필요성
- 규제자-사업자간 기 협의된 국내 원전 형상관리 정책 반영

## □ 규제지침 반영 검토대상

- 용어의 정의
- 적용대상 요소의 식별(설계기준, 설비형상정보, 물리적 형상)
- 형상관리 정책
- 형상관리 프로그램
- 정보시스템의 활용
- 감사 및 평가
- 교육훈련

## □ 규제지침 개발일정

- '17.05 초안작성
- '17.06 이해관계자 협의 착수
- '17.10 KINS 기준위원회 상정 ('17년말 발행 목표)

# 사업자 형상관리체계 구축현황 점검 및 피드백

## 2013년 7월~12월, 형상관리규제방향수립 TF 운영(원안위, KINS, 사업자 합동)

- 국내 원전사업자의 형상관리체계 현황 파악 및 개선방안 도출 목적
- 원전 형상관리 조기정착 및 기자재추적관리IT시스템 개선을 위한 권고사항 20건 도출
- 2014.1 원안위는 20개 권고사항 이행을 사업자에게 공식요구

## 2015년 4월: 원전 형상관리 및 기자재 추적관리IT시스템 권고사항 이행 현장점검

- 사업자의 형상관리체계 구축사업 관련 7개 권고사항을 추가 요구

## 2016년 4월, 7월, 11월: 원전 형상관리시스템 개선 권고사항 이행 현장점검

- TF 개선권고 20개 사항과 추가개선권고 7개 사항의 단계적 이행 사항 확인
- 2016년 12월, 20+7 권고사항 모두 종결

### 2014년 1월 권고사항

1. 물자수급계획 개선 (2개 사항)
2. 자재관리 및 재고관리 개선 (4개 사항)
3. 기자재 제작/인수검사 개선 (2개 사항)
4. 기자재 추적관리IT시스템 (2개 사항)
5. 형상관리체계 개선 (6개 사항)
6. 설비/기기 이력관리 개선 (1개 사항)
7. 예방/예측정비 체계 개선 (1개 사항)
8. CAP운영관련 개선 (1개 사항)
9. 경험반영체계 개선 (1개 사항)

### 2015년 4월 권고사항

1. 전사적인 형상관리 이행체계 구축
2. 형상관리 표준절차서 개선
3. 형상관리 담당인력 현원 확보
4. 형상관리 대상 식별, 설계요건/설비형상 정보 확인을 위한 시스템 개선
5. 설계변경 시 형상관리 3요소 일치성 확인을 위한 시스템 개선
6. 건설원전 형상관리 일관성 유지
7. DBMS를 전 원전에 확대적용 방안 수립

# 설계변경 관련 변경허가 심사 확인체계 구축

- 변경허가 신청내용의 설계변경 관련여부 식별 방안
- 허가된 설계변경사항의 이행 확인 방안 (형상관리 이행 포함)

연도 심사건수	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	합계
변경허가	36	30	43	54	69	49	67	88	71	49	116	672
설계변경	8	6	6	8	10	4	4	15	5	5	44	115

심사업무현황						엑셀저장
번호	심사관리고유번호	심사제목	신청서류	심사결과(보고서)	현장현황	
1	SK-NO-95(16)	[16-021]신고리1,2호기 경미한사항 변경신고(내	결재문서본문.hwp	[16-021]신고리12호기 경미한		
			붙임1.경미한사항변경신고서			
			붙임2.최종안전성분석보고서			
2	SW-NO-55(16)	[16-006] 신월성1,2호기 경미한사항 변경신고(1	결재문서본문.hwp	[16-006] 신월성12호기 경미		
			[붙임]최종안전성분석보고서			
3	W-NO-50(16)	[16-005] 월성1,2호기 경미한사항 변경신고(2015	결재문서본문.hwp	[16-005] 월성12호기 경미한		
			붙임1_경미한사항변경신고서			
			붙임2_월성1_2호기 최종안전			
			붙임3_개정 도면 사본.zip			
			붙임4_개정 근거 서류.pdf			
4	U-NO-35(16)	[16-007] 한울 5,6호기 경미한 사항 변경신고(20	결재문서본문.hwp	[16-007] 한울 56호기 경미한		
			경미한사항 변경신고서.pdf			
			변경전,후 도면.zip			
5	U-NO-35(16)	[16-007] 한울 5,6호기 경미한 사항 변경 신고(20	결재문서본문.hwp	[16-007] 한울 56호기 경미한		

# 설계변경 관련 변경허가 심사 확인체계 구축

## □ 심사관리시스템 개선 현황 (설계변경 식별, 현장확인 추가)

MidAS - 한국원자력안전...

7:59:40 로그인연장

1 허가증발급관리 통합검색 검색 고리검사PM 최종수

원자력시설

업무지원

이력관리

이력관리  
결과물 조회

질의/답변 관리

지적/권고 관리

템플릿관리

현황 및 통계

검사항목관리

이력검색 디렉토리조회

업무구분 \* 심사 업무유형 전체 전체 업무명 상태 전체  
담당PM 대상시설 수행기간 2016-04-17 ~ 2017-04-17 설계변경 ☒ Q 조회

업무 목록 < 신한울 1,2호기 건설허가 20차 총 4 건 업무등록

업무구분	대상시설	업무유형	업무명	담당PM	수행기간	상태
1	심사	신한울원전1, 2호기	건설허가	최종수	2017-03-20 ~ 2018-03-19	종결
2	심사	한빛원전6호기	경미한사항 변경신고	최종수	2017-03-15 ~ 2017-04-14	수행
3	심사	월성원전3호기 / 한빛원전3호기	경미한사항 변경신고	최종수	2017-03-15 ~ 2017-04-14	수행
4	심사	한빛원전6호기	경미한사항 변경신고	최종수	2017-03-14 ~ 2017-04-13	수행

업무수행단계 전체

수행단계	수행업무
1	전체
2	신청
3	서류접합성
4	계획
5	수행
6	현장확인

관련자료 총 4 건 엑셀다운로드

수행업무 전체 파일명 키워드 Q 조회

	수행업무	파일명	키워드	등록일자	파일크기	첨부
1	심사 신청접수	부지면적_계산.xlsx	키워드5	2017-03-30	8.64 KB	
2	심사계획	검사계획서.txt		2017-03-31	0.48 KB	
3	질의/답변	PSAR-1.4- I -01-1A-R_붙임1.xlsx		2017-04-17	9.33 KB	
4	질의/답변	PSAR- I -1.4-1_R2_붙임1.txt		2017-04-17	0.01 KB	

일괄다운로드

질의/답변관리 등록

# 감사합니다.

**장현섭, 품질평가실장**

hschang@kins.re.kr



**한국원자력안전기술원**  
KINS KOREA INSTITUTE OF NUCLEAR SAFETY