KINS

KINS/AR-1034
Vol. 2

2017년도 한국전력기술㈜ 원자로설계개발단

# 공 급 자 등 검 사 보 고 서

2017. 11.

한국원자력안전기술원
KOREA INSTITUTE OF NUCLEAR SAFETY

(공백)

KINS/AR-1034
Vol. 2

KINS

2017년도 한국전력기술㈜ 원자로설계개발단

# 공 급 자 등 검 사 보 고 서

(현장검사기간 : 2017.8.28. ~ 2017.9.1.)

2017. 11.

한국원자력안전기술원
KOREA INSTITUTE OF NUCLEAR SAFETY

(공백)

# 검 사 참 여 자

| | | |
|---|---|---|
| 검 사 단 장 : | 원자력심사단장 | 황태석 |
| 검 사 총 괄 : | 공급자/QA PM | 김진수 |
| | 심사사업관리실 | 김효준 |
| 분 야 별 책 임 자 : | 안전해석실 | 양채용 |
| | 기계재료평가실 | 신호상 |
| | 계측전기평가실 | 조영식 |
| | 계통평가실 | 민복기 |
| | 품질평가실 | 장현섭 |

검 사 팀 장 : 김진수

검 사 원 : 강동완, 강순호, 김연승, 김영미, 김지태, 신철, 이일석, 이종혁, 조두호, 한찬규 (가나다 순)

검 사 지 원 : 정구갑, 제진호, 황선민 (가나다 순)

전 문 위 원 검 토 : 수석전문위원 최영환
전문위원 김세원, 우승웅, 정충희, 현창헌 (가나다 순)

현 장 검 사 기 간 : 2017년 8월 28일 ~ 9월 1일 (5일간)

(공백)

# 목 차

Ⅰ. 종합의견 및 결론 ········· 1

Ⅱ. 검사경위 및 검사항목 ········· 5

Ⅲ. 검사결과 ········· 7

□ 안전해석 분야 ········· 7
1. 안전해석분야 설계 및 설계 관리 적합성 ········· 7

□ 기계재료 분야 ········· 8
1. 기계재료분야 설계 및 설계 관리 적합성 ········· 8

□ 계측 및 인간공학 분야 ········· 14
1. 계측 및 인간공학분야 설계 및 설계 관리 적합성 ········· 14

□ 계통평가 분야 ········· 16
1. 증기발생기 교체 및 설계변경 관련 계통설계의 적합성 ········· 17
2. 고리 1,2호기 가압기 안전밸브 설정치 확대 관련 열수력 설계 적합성 ········· 18

□ 품질평가 분야 ········· 20
1. 조직 ········· 20
2. 품질보증 계획 ········· 21
3. 설계관리 ········· 22
4. 지시서·절차서 및 도면 ········· 24
5. 서류관리 ········· 25
6. 구매품목 및 용역의 관리 ········· 26
7. 시험관리 ········· 27
8. 시정조치(부적합사항 보고 포함) ········· 28
9. 품질보증기록 ········· 29
10. 감사 ········· 30

Ⅳ. 적용 기준 및 산업 표준 ········· 33

부록. 검사지적사항 및 권고사항표 ········· 35

(공백)

# Ⅰ. 종합의견 및 결론

## 1. 검사 개요

### 가. 검사대상

1) 대 상 업 체 : 한국전력기술 주식회사 원자로설계개발단 (대전광역시)
2) 검사대상체계 : 가동원전 계통설계
3) 현장검사기간 : 2017년 8월 28일(월)~9월 1일(금) (5일간)

### 나. 검사내용

한국전력기술 주식회사 원자로설계개발단(이하, '한국전력기술㈜ SD'라 함)은 가동원전에 대한 계통설계를 수행하는 설계자에 해당함. 한국전력기술㈜ SD에서 수행하는 계통설계에는 한빛 3,4,5,6호기 증기발생기 교체 설계, 고리 1,2호기 가압기 안전밸브 설정치 확대 설계, 신고리 3,4호기 12발 제어봉 낙하시 원자로정지 방지적용 설계 등이 포함되어 있음.

한국원자력안전기술원 검사팀(이하, 'KINS 검사팀'이라 함)은 원자력안전법 제22조(검사), 동법 시행령 제31조의2(공급자 등 검사) 및 제42조(준용규정)에 의거, 설계자인 한국전력기술㈜ SD에 대하여 ①안전관련설비의 설계 관련 사항이 원자력안전법 제21조에 따른 허가기준에 적합한지 여부에 관한 사항, ②원자력안전법 제15조의3에 따른 부적합사항 보고에 관한 사항을 검사함.

## 2. 검사 의견

### 가. 결 론

한국전력기술㈜ SD에 대한 공급자 등 검사는 13명의 검사원으로 구성된 KINS 검사팀이 안전해석분야, 기계재료분야, 계측·전기 및 인간공학분야, 계통평가분야, 품질보증분야 등 5개 검사분야로 나누어 수행함.

KINS 검사팀은 한국전력기술㈜ SD에 대하여 가동원전 계통설계에 대한 품질보증체계의 수립 및 이행상태를 점검하고, 설계 공정에서 발생된 서류에 대한 기록 검토 및 관련자 면담을 통해 설계활동이 관련 기술기준 요건을 만족하는지를 검사하였음. 또한, 부적합사항 보고체계의 적합성을 검사하였음.

검사 결과, 설계문서 검토 미흡 등의 부적절한 사항이 발견되어 총 5건의 검사지적사항을 발급하였으며, 인간공학 설계검토 절차 수립 등 총 2건의 개선 권고사항을 발급함.

## 나. 검사지적사항 및 권고사항

1) 검사지적사항 (5건)

<table>
<tr><th>관리번호</th><th>제 목</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>17-02-070</td><td>한빛 3,4호기 원자로헤드 건전성평가 설계문서 검토 미흡</td><td>소분야책임자는 설계문서에 대하여 인허가문서와의 상호 일관성을 검토하여야 하나, 한빛3,4호기 증기발생기 교체 관련 원자로헤드 건전성평가 설계문서(설계해석서) 검토 시 아래와 같은 인허가문서와의 불일치한 사항이 있음에도 검토완료 후 서명하였음.
<table>
<tr><th>구분</th><th>한빛3,4호기<br>최종안전성분석보고서<br>표5.2-1</th><th>설계해석서</th></tr>
<tr><td>적용코드</td><td>ASME Sec.III 1995 edition with 1996 addenda</td><td>ASME Sec.III 1986 edition</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>17-02-071</td><td>품질경영팀 조직구조 및 책임사항 문서화 미흡</td><td>사업품질보증계획서에는 가동원전 관련 사업의 품질 관련 업무를 수행하는 조직의 구조, 책임과 권한 등이 기술되어야 하나, 품질보증 감사자의 자격 인정 및 유지 관리 업무를 담당하는 품질경영팀장에 대한 조직구조 및 책임사항 등이 기술 되어있지 않음.</td></tr>
<tr><td>17-02-072</td><td>품질보증계획서 개정 사항 관련부서 검토 미수행</td><td>품질보증계획서가 개정되는 경우 관련부서의 검토를 거쳐야 하나, 아래와 같은 품질보증계획서 개정사항에 대해 관련부서의 검토를 거치지 않음.<br>- 부적합·불일치 용어정의 변경 및 추가, 부적합사항 보고절차서 추가, 품질위배사항 식별방법 추가, 상태보고서 발행 및 처리 사항 추가 등</td></tr>
<tr><td>17-02-073</td><td>품질보증기록 관리 미흡</td><td>품질보증기록 대상 문서는 발행 후 3개월 이내에 기술운영팀으로 송부되어 품질보증기록으로 관리되어야 하나, 아래 문서(설계 시방서)는 기술운영팀으로 송부되지 않아 품질보증기록으로 관리되고 있지 않음.<br>- 고리3,4 제어봉제어계통 설비개선(11D79-IC-TS630, 개정3, 2017.05.25.)<br>- 한빛1,2 제어봉제어계통 설비개선(11F67-IC-TS630, 개정1, 2017.05.25.)<br>- 신고리1,2 및 신월성1,2 제어봉제어계통 설비개선(11E96-IC-TS630, 개정2, 2016.06.07.)</td></tr>
</table>

| 관리번호 | 제 목 | 내 용 |
|---|---|---|
| 17-02-074 | 품질보증감사 감사팀장 선정 미흡 | 품질보증감사 감사팀장은 선임감사자 자격을 보유하여야 하나, 2016년도 가동원전사업 관련 품질보증감사 중 2건의 경우 선임감사자 자격을 보유하지 않은 자가 감사팀장으로 선정됨. |

2) 권고사항 (2건)

| 관리번호 | 제 목 | 내 용 |
|---|---|---|
| 17-02-022 | 가동원전 인간공학 설계 검토 절차 수립 권고 | 가동원전 설계용역 수행 시 인간공학 설계가 포함되는 경우 인간공학적 설계의 적합성 검토가 필요하나, 검토수행 절차가 문서로 수립되어 있지 않음. 따라서 인간공학적 설계의 적합성에 대한 검토가 체계적으로 수행될 수 있도록 관련 절차를 수립할 것을 권고함. |
| 17-02-023 | 연간감사계획 개정 권고 | 품질보증팀은 연간 감사 계획을 수립하여 감사를 수행하고 있으나, 업무단계 및 중요도에 따라 변경되는 감사일정은 연간 감사계획에 반영하고 있지 않으므로 유효한 감사일정으로 연간 감사계획을 개정할 것을 권고함. |

(공백)

# II. 검사경위 및 검사항목

## 1. 검사경위

○ 검사계획을 검사대상업체에 통보 : 2017. 08. 18.

○ 검사전회의 개최 : 2017. 08. 28.

○ 현장검사 수행 : 2017. 08. 28. ~ 2017. 09. 01. (5일간)

○ 검사후회의 개최 : 2017. 09. 01.

○ 검사지적사항 및 권고사항 발급 : 2017. 10. 21.

## 2. 검사항목

| 검 사 분 야 | 검사원 | 검사 내용 |
|---|---|---|
| 안전해석 분야 | 이일석<br>이종혁 | • 안전해석분야 설계 및 설계 관리 적합성 |
| 기계재료 분야 | 조두호<br>제진호*<br>정구갑* | • 기계재료분야 설계 및 설계 관리 적합성 |
| 계측 및 인간공학 분야 | 김영미<br>김지태 | • 계측 및 인간공학분야 설계 및 설계 관리 적합성 |
| 계통평가 분야 | 신철<br>강순호 | • 증기발생기 교체 및 설계변경 관련 계통설계의 적합성<br>• 고리 1,2호기 가압기 안전밸브 설정치 확대 관련 열수력 설계 적합성 |
| 품질보증 분야 | 김연승<br>황선민* | • 조직, 품질보증계획, 시정조치(부적합사항 신고 포함), 감사 |
| | 한찬규 | • 설계관리, 지시서·절차서 및 도면, 서류관리 |
| | 강동완 | • 구매품목 및 용역의 관리, 시험관리, 품질보증기록 |

* 검사지원

(공백)

# Ⅲ. 검사결과

## □ 안전해석 분야

### 1. 안전해석분야 설계 및 설계 관리 적합성

가. 검사내용

한빛 3,4호기 증기발생기 교체 및 한빛 5,6호기 증기발생기 관막음률 상향에 대한 안전해석이 적절한 절차에 따라 수행되는지 여부와 이에 따른 안전계통 설계 및 성능 평가에 대한 품질 관리가 적절한지 여부를 검사하였다.

나. 검사결과

한국전력기술㈜ SD는 한빛 3,4호기 증기발생기 교체와 한빛 5,6호기 증기발생기 관막음률 상향에 따라 비-냉각재상실사고(FSAR 15.1, 15.2, 15.5, 15.6)에 대한 과도해석을 수행하였고, 검사자는 사업자의 과도해석이 관련 품질보증절차와 설계관리절차에 따라 적절히 수행되었는지 확인하기 위해 1) 복수기진공상실, 2) 주급수관 파단, 3) 유출관 파단 사건에 대해 각 3종, 총 6종을 선정하여 설계계산서를 중심으로 검토하였다.

안전해석은 설계관리절차 EP 5.04(Design Analysis) Rev.15에 따라 수행되며 주요 내용은 아래와 같다.

- 설계해석서는 해당분야에 기술적으로 지식을 갖춘 사람이 설계담당자의 도움 없이 검토 및 이해가 가능해야 하며 해석결과의 적합성을 입증할 수 있도록 기술되어야 한다.
- 해석에 사용된 설계입력 및 소스는 EP 5.02의 요건에 따라 명시되어야 한다.
- 가정 및 설계진행에 따라 설계검증이 요구되는 가정의 식별과 모든 가정이 수록되어야 하며 공인된 기술적 사실, 물리적 상수 또는 기본 원리 등을 근거로 한 가정 이외의 가정에 대해서는 그 타당성이 제공되어야 한다.
- 결과 및 결론은 적용시 고려되어야 할 제한사항을 포함하여 명확히 기술되어야 한다.
- 안전성 관련 설계정보를 포함하는 설계해석서는 EP 5.10(설계확인)에 따라 설계확인이 되어야 한다.
- 해석이 본래 목적에 따라 적합하게 이루어졌는지 확인하기 위해 소분야 책임자의 검토 및 분야책임자의 승인이 이루어져야 한다.

점검결과 총 6종에 대한 안전해석은 EP 2.02에 따라 자격을 갖춘 자가 수행하였음을 확인하였고, 그 내용 또한 해석결과의 적합성을 충분히 입증할 수 있도록 적절히 작성

되었으며, 허용기준과 해석 결과의 비교 또한 명확하여 적합하다. 해석에 사용된 설계 입력 및 소스 또한 EP 5.02에 따라 적합하게 명시되었음을 확인하였고, 각 사건 별로 해석의 방법론과 보수적인 가정 및 이의 타당성을 충실히 기술하여 적합하며, 해석의 적합성을 확인하기 위한 확인 및 승인이 관련 절차에 따라 적절히 이루어졌음을 확인하였다.

안전성 관련 설계정보를 포함하는 총 6종의 안전해석은 EP 5.10에 따라 안전해석의 적합성이 객관적으로 확인될 수 있도록 독립검토자를 선정하여 설계확인이 이루어져야 한다.

독립검토자 선정 과정을 검토한 결과, 총 6종의 안전해석에 대한 독립검토자는 원설계자와 동일 부서, 동일한 프로젝트에 참여하고 있는 것이 확인되었으나 요건에서 요구하고 있는 상위 직위자가 아닌 제 3자이므로 적절하다. 다만, “상급자”라는 용어는 해석에 따라 오해의 소지가 있으므로 NQA-1의 원문 용어인 “Supervisor”를 보다 명확히 정의할 필요가 있을 것으로 판단된다.

한빛 3,4호기 증기발생기 교체와 한빛 5,6호기 증기발생기 관막음률 상향과 관련된 비-냉각재상실사고(FSAR 15.1, 15.2, 15.5, 15.6)에 대한 과도해석 수행과정은 설계관리절차에 따라 적절히 수행되어 안전관련설비의 설계관련 사항이 허용기준에 적합함을 확인하였다.

다. 검토자료

1) 품질보증절차서(K-QAP-ND, Rev 23)
2) 원자로설계개발단 설계관리절차서(ND EP)
3) 한빛 3,4호기 증기발생기 교체(11E92-SA-CA070-103 계산서)
4) 한빛 3,4호기 증기발생기 교체(11E92-SA-CA070-104 계산서)
5) 한빛 3,4호기 증기발생기 교체(11E92-SA-CA070-106 계산서)
6) 한빛 5,6호기 증기발생기 관막음률 상향(11E26-SA-CA070-103 계산서)
7) 한빛 5,6호기 증기발생기 관막음률 상향(11E26-SA-CA070-104 계산서)
8) 한빛 5,6호기 증기발생기 관막음률 상향(11E26-SA-CA070-106 계산서)

## □ 기계재료 분야

# 1. 기계재료분야 설계 및 설계 관리 적합성

가. 검사내용

한국전력기술㈜ SD에서 수행중인 설계용역 중 ‘한빛3,4호기 증기발생기 교체’, ‘한빛5,6호기 증기발생기 교체’, ‘한빛5,6호기 증기발생기 허용 관막음율 상향조정’, ‘고리1,2호기 가압기 안전밸브 설정치 확대’를 대상으로 기계재료분야 설계의 적절성을 확인하였다.

나. 검사결과

1) 한빛 3,4호기 및 한빛 5,6호기 증기발생기 교체

한빛 3,4호기 및 한빛 5,6호기 증기발생기 교체와 관련하여 한국전력기술㈜ SD에서 수행한 내용 중 기술기준, 설계해석서, 재료규격, 용접 및 비파괴검사 요건, 공급자불일치사항요구서(SDDR) 및 공급자 불일치품목보고서(NCR)에 대한 검토내용의 적절성을 검토하였다.

한국전력기술㈜ SD에서는 교체 증기발생기가 기존 한빛 3,4호기 원자로냉각재계통에 설치된 원자로용기본체, 원자로용기상부헤드 등에 미치는 영향을 평가하였다. 평가에 사용된 기술기준의 적합성을 검토한 결과, 한빛3,4호기 건조기술기준(ASME Code Sec. III 1986년판)과 사용된 기술기준(KEPIC MN 2005년판 및 2006년 추록)간 의 재료, 설계, 기기의 합치화(N14011-160TD-0005, Rev.01)를 KEPIC MIA 4000 요건에 따라 적합하게 수행하였음을 확인하였다. 다만, 원자로용기상부헤드에 대한 건전성평가 결과(11E92-ME-CA230-003, Rev.0, DDS-1)를 검토한 결과, 최종안전성분석보고서 표 5.2-1에서 요구하는 ASME Code Sec. III 1995년판(1996년 추록)이 아닌 ASME Code Sec. III 1986년판이 사용되어 이를 시정하도록 검사지적사항을 발행하였다(검사지적사항표 17-02-070 참조).

교체 증기발생기 재료규격의 적합성을 검토한 결과, 증기발생기 안전 1,2등급의 원자로냉각재압력경계 기기 재료는 적용기술기준인 KEPIC MD (ASME Sec II)요건에 제시된 재료규격을 적용하여 현행 인허가문서(최종안전성분석보고서 5.2.3(표 5.2.3-1))의 재료규격과 상호일관성이 유지되고 있음을 확인하였다. 다만, 원 설계시방서와 비교하여 재료규격이 변경된 사항(예, 2차측 노즐 KEPIC MDF A508(SA508) Gr. 3 Cl. 2 추가 등)에 대해서는 현재 운영변경허가를 위해 제출된 서류에 포함시키도록 현장조치 하였다. 교체 증기발생기의 급수/다운커머 계통 기기는 이물질 방지를 위해 다공판 구조로 설계 개선되었다. 다만 최근 발전소 운전경험(한빛3,4호기)을 고려하여, 다공판 설계개선 구조(J 구조 포함) 기기의 이물질 유입 방지에 관한 성능을 검토하도록 현장조치 하였다.

교체 증기발생기에 대한 용접 요건의 적합성을 검토한 결과, 증기발생기 용접요건은 경수로형원전 규제지침(1.31, 델타 페라이트 관리; 1.44, 예민화 관리; 1.43, 저합금강 클

래딩 관리; 1.50, 용접예열 관리; 1.71, 접근제한구역)과 KEPIC MN 및 MQ(ASME Sec. III & IX) 요건 등을 적합하게 반영하고 있어 현행 인허가문서(최종안전성분석보고서 5.2.3절)와 상호일관성이 유지되고 있음을 확인하였다.

교체 증기발생기에 대한 비파괴검사 요건의 적합성을 검토한 결과, 교체 증기발생기에 적용되는 비파괴검사방법(초음파탐상검사, 와전류탐상검사, 육안검사, 액체침투탐상검사)은 적용기술기준 KEPIC MN에 근거하여 적합하게 수립되었으며, 현행 인허가문서(최종안전성분석보고서 5.2.3절)와 상호일관성이 유지되고 있음을 확인하였다.

교체 증기발생기의 SDDR 4건에 대한 점검결과, HBN34-SDDR-002는 결정크기의 변경(ASTM 5.5~7.5→5~7.5)에 따른 전열관의 강도 및 응력부식균열 민감도에 영향이 없음을 확인하였으며, HBN34-SDDR-007는 코드케이스 변경(CC 2143-3→CC 2143-2)에 따른 용접재료 요건에 변화가 없음을 확인하였으며, HBN56-SDDR-002는 기술기준 적용년도 변경(ASTM E1268-01, R2009→R2007)이 단순 오기임을 확인하였다. 다만, HBN34-SDDR-006는 Alloy 690 어닐링 열처리(최소 960℃) 변경에 따른 탄소함량 및 어닐링 온도를 확인하였으나, 부가적으로 재료의 입계부식/응력부식균열 감수성을 검토하도록 현장조치 하였다.

교체 증기발생기의 NCR 5건의 검토결과, NCR_16100067(R2)은 증기발생기 4A 하부쉘-튜브시트 용접부의 UT 검사결과 불합격지시에 따른 결함부위 제거 및 비파괴검사(MT), 보수용접, 열처리 후 비파괴검사(MT, UT) 등 처리내용이 KEPIC MNB 4000 및 5000 요건에 만족함을 확인하였다. NCR_16100266(R0)/17100161(R5)은 튜브시트 홀 오가공(증기발생기 4B: 1개, 3A: 5개)에 따른 허용가능 치수 내에서 내면의 돌출 및 에지부 제거를 수행하였으나, 부가적으로 오 가공 발생원인 규명 및 오 가공 부위 세관 확관 형상변화 확인을 위한 와전류탐상검사 수행을 검토하도록 현장조치 하였다. NCR_17100071/17100072는 증기발생기 내 튜브 가이드 플러그의 미회수(4A: 1개, 4B: 3개)에 따른 플러그의 성분 및 용해 가능성을 검토하였으나, 부가적으로 발생원인 규명, 잔류 플러그 확인 및 제거를 위한 이물질 육안검사(FOSAR) 등을 검토하도록 현장조치 하였다.

교체 증기발생기가 기존 원자로냉각재계통에 미치는 영향을 평가한 한빛 3,4호기 원자로용기(11E92-ME-CA230-001, Rev.0, DDS-1), 한빛 3,4호기 원자로냉각재펌프(11E92-ME-CA260-001, Rev. 00, DDS-1), 한빛 5,6호기 원자로냉각재계통(11G29-ME-CA220-100, Rev.0, DDS-1) 등에 대한 설계해석서를 검토한 결과, 평가에 사용된 입력조건은 설계관리절차서 EP 5.08, Rev.12(Design Interface)에 근거하여 내부 조직 간 안전성관련 설계입력 정보 교환이 적합하게 이루어졌으며 설계관리 절차서 EP 5.09 Rev.13(Document Distribution for agreement)에 근거하여 설계 부서 간 설계검토가 적합하게 수행되었음을 확인하였다. 또한 한빛 3,4호기 및 한빛 5,6호기 원자로용기

등 건전성평가에 사용된 소프트웨어(ANSYS 14.0 등)에 대한 소프트웨어 확인 및 검증(V&V), 소프트웨어 인증(Computer Program Certificate) 및 사용중 시험(In-Use Test)을 적합하게 수행하여 유효성을 검증하였음을 확인하였다. 원자로용기 및 원자로냉각재계통 배관 등의 건전성평가 결과는 설계관리 절차서 EP 5.04, Rev.15(Design Analysis)에 근거하여 적합하게 수행되었으며, 최종 결과는 적용기술기준인 ASME Sec.III NB 3200의 허용기준(강도평가 : 작용응력<응력강도, 피로평가 : 누적피로계수<1)을 만족함을 확인하였다.

2) 한빛 5,6호기 증기발생기 허용 관막음률 상향조정

증기발생기 허용 관막음률 상향조정 관련하여 한국전력기술㈜ SD에서 수행한 설계내용 중 기술기준 및 기계분야 설계해석서의 적절성을 검토하였다.

한빛 5,6호기 증기발생기 허용 관막음률 상향에 따른 원자로내부구조물 및 원자로용기, 원자로냉각재계통 등에 미치는 영향을 평가한 설계해석서(11E26-ME-CN240-00, Rev.0, 11E26-ME-CN230-00, Rev.0, DDS-1, 9-431-M301-001, Rev.1)를 검토한 결과, 인허가문서와의 상호일관성이 유지되도록 ASME Code Sec. III 1992년판(1993년 추록 포함)을 적용하여 평가를 적합하게 수행하였음을 확인하였다. 평가에 사용된 입력조건은 설계관리절차서 EP 2.02, Rev.10(Job description) 및 EP 5.10, Rev.13(Design verification)에 따라 설계 입력자료가 적합하게 검토되어 사용되었음을 확인하였다. 또한 원자로용기 및 원자로냉각재계통 배관 건전성평가는 설계관리 절차서 EP 5.04, Rev.15(Design Analysis)에 근거하여 적합하게 수행되었으며, 최종 결과는 적용기술기준인 ASME Sec.III NB 3200의 허용기준(강도평가 : 작용응력<응력강도, 피로평가 : 누적피로계수<1)을 만족하였음을 확인하였다.

3) 고리 1호기 가압기 안전밸브 설정치 확대

가압기 안전밸브 설정치 확대 관련하여 한국전력기술㈜ SD에서 수행한 설계내용 중 기술기준 및 기계분야 설계해석서의 적절성을 검토하였다.

고리1호기 가압기 안전밸브 설정치 변경에 따른 스페어 노즐 영향을 평가한 설계해석서(11D49-ME-CA270-002, Rev.0, DDS-1) 검토결과, 인허가문서와의 상호일관성이 유지되도록 ASME Code Sec. III 1998년판(2000년까지의 추록 포함)을 적용하여 평가를 수행하였음을 확인하였다. 평가에 사용된 입력조건은 설계관리절차서 EP 5.08, Rev.12(Design Interface) 및 EP 5.09 Rev.13(Document Distribution for agreement)에 근거하여 적합하게 검토 후 적용하였음을 확인하였다. 또한 가압기 스페어 노즐 건전성평가는 설계관리 절차서 EP 5.04, Rev.15(Design Analysis)에 근거하여 적합하게 수행되었으며, 최종 결과는 적용기술기준인 ASME Code Sec. III NB 3200의 허용기준(강도평가 : 작용응력<응력강도, 피로평가 : 누적피로계수<1)을 만족함을 확인하였다. 고리1호기 가압기 안전밸브 설정치 변경에 따라 최종 수정된 도면(B-11049-270-001, Rev.0)은

설계관리절차서 EP 5.07, Rev.12(Engineering Drawing)에 근거하여 독립 검토자로부터 설계확인 후 도면상태 및 번호가 적합하게 관리되고 있음을 확인하였다.

### 다. 검토자료

1) 한빛 3,4호기 최종안전성분석보고서
2) 한빛 5,6호기 최종안전성분석보고서
3) 고리 1,2호기 최종안전성분석보고서
4) 사업계약서
   - 한빛 3,4호기 교체용 증기발생기 용역 현행 계약서(14-P-000000000-M-0001)
   - 한빛 5,6호기 교체용 증기 발생기 인허가지원 기술시방서(16-P-000000000-M-0002, Rev.1)
   - 한빛 5,6호기 증기발생기 허용 관막음률 상향조정 용역 도급계약서(H-13-S162-000)
   - 고리 1,2호기 가압기 안전밸브 설정치 확대용역
5) 가동원전 용역관리 품질보증 절차서
6) KOPEC E&C 원자로설계개발단 설계관리절차서
   - EP 2.02, Rev.10(Job description)
   - EP 5.04, Rev.15(Design Analysis)
   - EP 5.08, Rev.12(Design Interface)
   - EP 5.09, Rev.13(Document Distribution for agreement)
   - EP 5.10, Rev.13(Design verification)
   - EP 5.13, Rev.15(Computer software)
7) 설계해석서
   - 한빛 3,4호기 가압기 구조건전성 평가 계산서(11E92-ME-CA270-004, Rev.0, DDS-1)
   - Structural integrity evaluation for pressurizer spare Nozzle of kori unit 1(11D49-ME-CA270-002, Rev.0, DDS-1)
   - 한빛 3,4호기 RSG에 따른 RCP 압력경계부품 건전성평가(11E92-ME-CA260-001, Rev.0, DDS-1)
   - 한빛 3,4호기 RSG에 따른 원자로내부구조물 응력 및 피로평가 (11E92-ME-CA240-002, Rev.0, DDS-1)
   - 한빛 3,4호기 RRVH 이후 RSG 적용시 RV HEAD 건전성평가 (11E92-ME-CA230-003, Rev.0, DDS-1)
   - 한빛 3,4호기 증기발생기 교체에 따른 가압기 SDS 노즐 구조건전성 영향 평가 해석서 번호 (11E92-ME-CA-270-004, Rev. 00, DDS-1)
   - 한빛 3,4호기 증기발생기 교체에 따른 원자로냉각재 배관 건전성평가

(11E92-ME-CA275-001, Rev.0 DDS-1)

- 한빛 3,4호기 증기발생기 교체에 따른 RCS 정상운전해석 및 내진해석 영향평가 (11E92-ME-CA220-100, Rev.0, DDS-1)
- Structural loads of the CEDM For RSG(11E92-ME-CA250-01, Rev.0)
- 한빛 3,4호기 RSG 적용시 RV 건전성평가(11E92-ME-CA230-001, Rev.0, DDS-1)
- 한빛 3,4호기 RSG 적용시 Bottom Head shear key 건전성평가 (11E92-ME-CA230-002, Rev.0, DDS-1)
- 한빛 5,6호기 RCS 구조해석(11G29-ME-CA220-100, Rev.0, DDS-1)
- 한빛 5,6호기 원자로용기 구조건전성평가(11E26-ME-CN230-00, Rev.0, DDS-1)
- 한빛 5,6호기 원자로내부구조물 구조건전성평가(11E26-ME-CN240-00, Rev.0)
- 한빛 5,6호기 원자로용기 구조건전성평가(11E26-ME-CN230-00, Rev.0, DDS-1)
- 한빛 5,6호기 RCS 구조해석(9-431-M301-001, Rev.1)
- 고리 1호기 가압기 여유노즐 구조건전성평가(11D49-ME-CA270-002, Rev.0, DDS-1)
- 고리 1호기 가압기 스페어 노즐 구조건전성 평가(11D49-ME-CA270-002, Rev.0, DDS-1)

8) 소프트웨어 검증결과서
- ANSYS 12.0(0000-AM-VV-015)
- ANSYS 14.0(0000-AM-VV-028)

9) 도면
- 고리 1호기 가압기 오리피스 도면(B-11049-270-001, Rev.0)

10) 불일치보고서(NCR)
- NCR_16100266(R0)
- NCR_17100161(R5)
- NCR_17100071(R1)
- NCR_17100072(R1)
- NCR_16100067(R2)

11) SDDR
- HBN34-SDDR-002
- HBN34-SDDR-006
- HBN34-SDDR-007
- HBN56-SDDR-002

□ 계측 및 인간공학 분야

## 1. 계측 및 인간공학분야 설계 및 설계 관리 적합성

### 가. 검사내용

한국전력기술㈜ SD에서 수행하는 아래의 설계용역에 대해 설계업무가 관련 절차에 따라 수행되고, 관련 인허가 요건에 적합하게 개발 및 관리되고 있는지를 검사하였다.

1) 신고리3,4호기 12발 제어봉 낙하시 원자로정지 방지 적용 용역
2) 표준형원전 다양성보호계통(DPS) 설비개선 설계용역
3) 한빛1,2호기 제어봉위치지시계통 설비개선 설계용역

### 나. 검사결과

1) 신고리3,4호기 12발 제어봉 낙하시 원자로정지 방지 적용 용역 수행의 적합성

신고리3,4호기 12발 제어봉 낙하시 원자로정지 방지 적용 용역은 2009.02 ~ 2018.7.31. 간 수행예정으로, 용역의 범위는 12발 제어봉 낙하 또는 오신호 발생시 원자로 정지를 방지하도록 설계를 변경하는 것이다.

해당 용역에 대하여 설계 절차 및 설계의 기술적 적합성을 검토하기 위하여 용역시방서(16-S-N-0001) 및 용역 수행 계획서 등을 검토하였다. 용역 대상 설비는 노심보호연산기계통(CPCS), 원자로출력급감발계통, 원자로출력제어계통, 증기우회제어계통, 정보처리계통, 보조보호캐비닛-안전(APC-S) 등이다.

점검결과, 현재 한전원자력연료㈜에서 수행하는 CPCS 관련 요건명세서 및 데이터베이스의 수정이 완료된 상태이며, 비안전계통의 요건 개발을 위한 계통 성능해석이 수행중에 있음을 확인하였다. 그리고 용역시방서에서 명시한 적용요건이 인허가 규제요건(KINS/GE-N001 등) 및 기술기준(IEEE Std. 603, IEEE Std. 7-4.3.2 등)을 만족하며, 중소용역 사업 품질보증계획서 및 설계관리절차서에 따라 개발됨을 확인하였다. 또한, 타기관(한수원, KNF)과의 설계 연계 관리는 중소용역 사업 품질보증계획서에 따라 공문과 회의록을 통해 적합하게 수행되고 있음을 확인하였다.

2) 표준형원전 다양성보호계통(DPS) 설비개선 설계용역 수행의 적합성

표준형원전 다양성보호계통(Diverse Protection System, 이하 DPS) 설비개선 설계용역은 기존 PLC(Programmable Logic Controller) 기반의 제어 설비를 FPGA(Field Programmable Gate Array) 기반 설비로 전면 교체하는 것이다. 본 용역은 2011.3.14 ~ 2017.8.31(77개월) 간 수행되었으며, 용역의 범위는 설비제작을 위한 기술규격서 작성, 입찰서 기술평가, 공급자 제출문서 검토, 소프트웨어 확인 및 검증의 독립검토, 시공 지원, 시운전 지원, 인허가 지원 등의 업무가 포함된다. 해당 설계변경은 한빛3,4,5,6호기

와 한울3,4,5,6호기에 설비교체가 수행되어 현재 운영 중에 있다. 용역의 수행은 사업관리, 품질보증, 기술역무로 나뉘어 진행된다.

표준형원전 DPS 설비개선 설계용역에 대한 설계의 적절성을 확인하기 위하여 보수시험반 화면 프로그램 요건명세서(11B61-IC-SF620-02) 등 관련 설계 문서를 검토하였다.

점검결과, 표준형원전 DPS의 보수시험반(MTP; Maintenance and Test Panel)은 사용자인 운전원 및 정비원이 DPS의 운전 상태를 감시할 수 있고, 유지보수 및 시험 기능을 수행할 수 있도록 연계 화면을 제공한다. 보수시험반 화면은 해당 발전소의 인간공학지침서 및 NUREG-0700 "Human-System Interface Design Review Guidelines"에 따라 인간공학적으로 적절하게 설계되었음을 확인하였다. 한편, 가동원전 설계용역을 수행함에 있어서 인간공학 설계(예; 운전원 화면설계 등)가 포함되는 용역의 경우에는 이에 대한 인간공학적 적절성 검토가 수행되어야 한다. 사업자는 이에 따라 설계용역 수행 시 인간공학적 검토를 수행하고 있으나, 문서화된 절차를 수립하지 않았음을 확인하였다. 따라서 인간공학적 설계 및 검토가 체계적으로 수행될 수 있도록 이와 관련한 절차를 수립할 것을 권고하였다(권고사항표 17-02-022 참조).

3) 한빛1,2호기 제어봉위치지시계통 설비개선 설계용역 수행의 적합성

한빛1,2호기 제어봉위치지시계통 설비개선 설계용역은 개별 제어봉들의 위치가 순간적으로 오지시하는 경우, 순간 복귀되고 기록이 남지 않아 해당 제어봉 위치를 파악하기 어려운 기존 설비의 문제를 해결하기 위하여, 디지털 설비로 교체하여 설비의 신뢰도를 향상하고 발전소 안전에 기여하기 위한 것이다. 본 설계용역은 2016.8.1. ~ 2018.7.31.(24개월) 간 수행예정이며, 용역 대상 설비는 격납건물에 위치한 데이터캐비닛 내장품과 주제어실의 디스플레이 캐비닛이다.

한빛1,2호기 제어봉위치지시계통 설비개선 설계용역에 대한 설계의 적절성을 확인하기 위하여 "한빛 1,2호기 제어봉위치지시계통 설비개선 설계용역(15-S0J-0051)" 용역시방서 등 관련 설계 문서를 검토하였다.

점검결과, 해당 설계용역은 계획대비 지연되어 용역기간을 연장할 예정이며, 본 검사에서는 현재까지 작성된 설계문서의 적절성을 확인하였다. 그리고 주제어실에 설치되는 디지털 제어봉 위치지시 시스템에 대한 디스플레이 캐비닛의 운전원 화면은 기존 설비와 일관성을 유지할 수 있도록 설계될 예정임을 확인하였으며, 이에 대한 적절성은 추후 인허가 심사로 제출되는 인간공학적합성 평가 서류에 대한 검토를 통해 확인할 예정이다. 기타 설계용역 관련 설비는 용역수행계획에 따라 적합하게 수행되고 있음을 확인하였다.

## 다. 검토자료

1) 중소용역 사업 품질보증계획서

- 1장. 조직(개정번호 : 9)
- 3장. 설계관리(개정번호 :3)

2) 원자로시설 공급자 등 검사지침서(KINS/GI-N023, 개정0)
3) 원자로설계개발단 설계관리절차서, Technical Activity Procedure(EP 5.17, 개정 14)
4) NSSS Division Technical Activity Procedure, Software Engineering Procedure for Instrumentation and Control System(TAP-03-07, 개정 2)
5) Technical Activity Procedure, 가동원전 NSSS 계통설계기술 용역 업무수행 지침 및 절차(TAP-05-01, 개정 8)
6) 용역도급계약서, 신고리3,4호기 12발 제어봉 낙하시 원자로정지 방지 적용 용역(제 E16-S005-000호)
7) 용역시방서, 신고리3,4호기 12발 제어봉 낙하시 원자로정지 방지 적용 용역 (16-S-N-0001)
8) 설계변경서, 표준형원전 다양성보호계통(DPS) 설비개선 설계용역 (영이34-계측 716-1345 등)
9) 표준형원전 다양성보호계통 설비개선 설계용역, 보수시험반 화면 프로그램 요건명세서 (11B61-IC-SF620-02, 개정 6)
10) 표준형원전 다양성보호계통 설비개선 설계용역, FLC 사용자 프로그램 요건명세서 (11B61-IC-SF620-01, 개정 4)
11) 표준형원전 다양성보호계통 설비개선 설계용역, FLC 사용자 프로그램 설계명세서 (11B61-IC-SC620-08, 개정 1)
12) 표준형원전 다양성보호계통 설비개선 설계용역, 소프트웨어 개발계획서 (11B61-IC-GP620-08, 개정 2)
13) 표준형원전 다양성보호계통 설비개선 설계용역, 시험계획서(11B61-IC-TP620, 개정 1)
14) 공사(용역) 도급 계약서, 한빛 1,2호기 제어봉위치지시계통 설비개선 설계용역 (Y16S077000)
15) 용역시방서, 한빛1,2호기 제어봉위치지시계통 설비개선 설계용역(15-S0J-0051, 개정 1)
16) 용역수행계획서, 한빛 1,2호기 제어봉위치지시계통 설비개선 설계용역(개정 0)
17) 시스템 매뉴얼, 디지털 제어봉 위치지시 시스템(DRPI)(RG-R-자료-14-020, 개정 6)

## □ 계통평가 분야

## 1. 증기발생기 교체 및 설계변경 관련 계통설계의 적합성

### 가. 검사내용

한국전력기술㈜ SD가 수행한 한빛 3,4호기 증기발생기 교체와 한빛 5,6호기 증기발생기 관막음률 변경 업무와 관련된 열수력학적 계통설계 프로세스의 적합성을 검토하였다.

### 나. 검사결과

한빛 3,4호기 증기발생기 교체 관련 설계업무 중 열수력학적 설계 프로세스의 적합성을 검토하였다. 증기발생기 교체와 관련하여 1차계통과 주증기계통에 대한 과압보호 설계에 대해 작성된 설계해석서(문서번호: 11E92-SA-CA080-301, Rev.0)를 검토한 결과, 열수력 설계는 전산프로그램(KISPAC_PC Code, Ver.01)을 이용하여 수행하였음을 확인하였다. KISPAC_PC Code의 유효성을 검토한 결과, 전산프로그램 관련 설계관리절차서(문서번호: EP 5.13 Computer Software, Rev.15)에 따라 소프트웨어 확인 및 검증(V&V), 소프트웨어 인증(Computer Program Certificate) 및 사용중 시험(In-Use Test)을 적합하게 수행하여 유효성이 검증되었음을 확인하였다. 또한, 동 설계해석서 및 전산프로그램에 적용한 허용기준, 설계입력, 설계 가정사항 등이 한빛 3,4호기 최종안전성분석보고서와 일치하여 적합함을 확인하였다.

한빛 5,6호기 증기발생기의 관막음률을 최대 8%에서 최대 18%로 변경하는 설계업무에 대한 열수력학적 설계 프로세스의 적합성을 검토하였다. 증기발생기 관막음률 변경과 관련하여 1차계통과 주증기계통에 대한 과압보호 설계를 수행한 설계해석서(문서번호: 11E92-SA-CA080-301, Rev.0)를 검토한 결과, 관련 설계관리절차서에 따라 유효성이 검증된 전산프로그램(KISPAC_PC Code, Ver.01)을 이용하여 적합하게 수행하였음을 확인하였다. 또한, 원자로 열수력 설계 해석서(문서번호: 11E26-FS-CN217-01, Rev.0)를 검토한 결과, 증기발생기 관막음률 변화에 따른 RCS 최적유량 평가는 전산프로그램(YURO, Ver.00)을 통해 수행하였음을 확인하였다. YURO에 대한 유효성을 검토한 결과, 관련 설계관리절차서(EP 5.13 Computer Software, Rev.15)에서 요구하는 소프트웨어 확인 및 검증(V&V), 소프트웨어 인증(Computer Program Certificate) 및 사용중 시험(In-Use Test)이 적합하게 수행되어 유효성이 검증되었음을 확인하였다. 또한, 동 설계해석서 및 전산프로그램에 적용한 허용기준, 설계입력, 설계 가정사항 등이 한빛 5,6호기 최종안전성분석보고서와 일치하여 적합함을 확인하였다.

증기발생기 관막음률 변경과 관련된 계통에 대한 설계 프로세서의 적합성을 확인하기 위해 NSSS/BOP 연계요건 평가(문서번호: 11E26-FS-CN310-02, Rev.0), SGPORV/MSSV 용량 평가(문서번호: 11E26-FS-CN310-03, Rev.0), MFIV, MSIV 그리고

MSIV우회밸브 평가(문서번호: 11E26-FS-CN310-04, Rev.0), SCS 성능평가(문서번호: 11E26-FS-CN310-06, Rev.0), CVCS 성능 영향평가(문서번호: 11E26-FS-CN410-001, Rev.0)에 대한 설계해석서를 검토한 결과, 설계해석서에 기술된 허용기준, 설계입력, 설계 가정사항 등이 한빛 5,6호기 최종안전성분석보고서와 일치하여 적합함을 확인하였다. 또한, 동 설계해석서의 작성, 검토, 독립검토 및 승인절차가 관련 설계관리절차(문서번호: EP 5.04 Design Analysis, Rev.15)에 따라 적합하게 수행되었음을 확인하였다.

### 다. 검토자료

1) 한빛3,4호기 교체용증기발생기 인허가지원 용역(NSSS분야) 사업수행계획서
2) 한빛5,6호기 증기발생기 허용 관막음률 상향조정 용역(NSSS분야) 사업수행계획서
3) 한빛3,4호기 증기발생기 교체 안전성분석보고서
4) 설계해석서
   - 11E92-SA-CA080-301, Rev.0, “Overpressure Protection Analysis for HBN 3&4 RSG”
   - 11E26-FS-CN210-01, Rev.0, “한빛5,6호기 원자로냉각재계통 성능평가”
   - 11E26-FS-CN217-01, Rev.0, “한빛5,6호기 18% SGTP 원자로열수력 설계자료”
   - 11E26-FS-CN310-02, Rev.0, “한빛5,6호기 NSSS/BOP 연계요건 평가”
   - 11E26-FS-CN310-03, Rev.0, “한빛5,6호기 SGPORV/MSSV 용량 평가”
   - 11E26-FS-CN310-04, Rev.0, “한빛5,6호기 MFIV, MSIV 그리고 MSIV우회밸브 평가”
   - 11E26-FS-CN310-06, Rev.0, “한빛5,6호기 SCS 성능평가”
   - 11E26-FS-CN410-001, Rev.0, “한빛5,6호기 CVCS 성능 영향평가”
5) 설계관리절차서
   - EP 5.04, Rev.15, “Design Analysis”
   - EP 5.13, Rev.15, “Computer Software”

## 2. 고리 1,2호기 가압기 안전밸브 설정치 확대 관련 열수력 설계 적합성

### 가. 검사내용

한국전력기술㈜ SD가 수행한 고리 1,2호기 가압기 안전밸브 설정치 확대와 관련된 열수력학적 계통설계업무의 적합성을 검토하였다.

### 나. 검사결과

한국전력기술㈜ SD는 고리 1,2호기 가압기 안전밸브 설정치 확대와 관련한 가압기 안전밸브 루프씰 제거에 대한 열수력평가를 수행하였다. 가압기 안전밸브 루프씰 제거

에 따른 응축률 및 배수시간 계산을 위한 설계해석서(문서번호: 11D49-FS-CA210-01, Rev.0)를 검토한 결과, KOPEC E&C SD는 1분간 생성된 응축수에 대하여 1분내 배수가 되는지에 대하여 상용 전산프로그램(AFT Fathom 6.0)을 사용하여 평가하였음을 확인하였다. 설계해석서 작성에 사용된 AFT Fathom 6.0 프로그램의 유효성을 검토한 결과, 관련 설계관리절차서(문서번호: EP 5.13 Computer Software, Rev.15)에 따라 소프트웨어 확인 및 검증(V&V), 소프트웨어 인증(Computer Program Certificate)이 적합하게 수행되어 유효성이 검증되었음을 확인하였다. 동 설계해석서의 내용을 검토한 결과, 계통 운전압력은 2250 psia, 응축수 밀도는 2750 psia에서의 값, 점도는 2000 psia에서의 값을 사용하는 등 응축수 배수에 보수적인 물성치를 사용하여 설계의 적합성을 확보하였음을 확인하였다. 또한, AFT Fathom 6.0 계산 입력 자료를 검토한 결과, 입력 변수가 설계해석서에서 가정한 보수성을 타당하게 반영하고 있음이 확인되어 계산결과의 보수성이 충분히 확보되어 있는 것으로 판단된다.

한국전력기술㈜ SD에서는 고리 1,2호기 가압기 안전밸브 설정치 확대와 관련한 설계시방서 및 기기 구매시방서 작성업무를 수행하였다. 고리 1,2호기 가압기 안전밸브에 대한 설계시방서를 검토한 결과, 루프씰 제거에 따라 가압기 안전밸브의 변경되는 부분을 적절히 반영하였음을 확인하였다. 또한, 고리 1,2호기 가압기 안전밸브 설정치 확대와 관련된 기기 구매시방서의 적합성을 검토한 결과, 수동 글로브밸브 구매시방서에 설계해석서에서 가정한 밸브 유동저항계수가 요구조건으로 반영되었고, 배수배관 보온재 구매시방서에 설계해석 결과 도출된 보온재 설계요건이 적합하게 반영되었음을 확인하였다.

## 다. 검토자료

1) 설계시방서 및 구매시방서
   - 11D49-FS-DS701-01, Rev.1, “Design Spec. for Pressurizer Safety Valves ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Section III”
   - 11D49-FS-DS701-02, Rev.0, “Design Spec. for Pressurizer Safety Valves ASME Boiler & Pressure Vessel Code, Section III”
   - 11D49-FS-DS001, Rev.2, “PURCHASE SPECIFICATIONS FOR PSV LOOP SEALS AND LOOP SEAL DRAIN LINE INSULATIONS”
   - 11D49-FS-DS708-01, Rev.1, “PROCUREMENT SPECIFICATION for Manual Globe valves(VRC-8064A/B, VRC-9922) for Kori Nuclear Power Plant Unit 1”
   - 11D49-FS-DS708-02, Rev.0, “PROCUREMENT SPECIFICATION for Manual Globe valves(1-8064A/B, 1-8101, 1-8080) for Kori Nuclear Power Plant Unit 2”
2) 설계해석서

- 11D49-FS-CA210-01, Rev.0, “고리 1,2호기 루프씰 배수배관 응축률 및 배수시간 계산”

3) 설계관리절차서

- EP 5.13, Rev.15, “Computer Software”

## □ 품질평가 분야

## 1. 조직

### 가. 검사내용

가동원전 계통설계(중소 용역) 사업과 관련된 품질보증체계의 조직구조, 책임 및 권한의 문서화 내용이 원자로시설등의 기술기준에 관한 규칙의 규정과 전력산업기술기준(KEPIC QAP-1)의 관련 세부요건을 만족하는지 여부를 검사하였다.

### 나. 검사결과

가동원전 계통설계(중소 용역) 사업 수행과 관련된 품질보증체계의 조직구조와 단위조직별 책임사항이 중소용역 사업 품질보증계획서 I. 품질방침 및 제1장(조직)에 문서화되었으며, 그 구성 내용이 경영진 품질방침, 조직구조 및 책임사항, 조직도 등으로 구성되어있음을 확인하였다. 다만, 가동원전용역에 대한 품질보증감사업무를 수행하는 선임감사자 및 감사자의 자격 부여 및 관리를 담당하는 품질경영팀장에 대한 책임 사항이 사업품질보증계획서에 명시되어있지 않고 관련 조직도에도 누락되어 있어 이의 시정을 요구하였다(검사지적사항표 17-02-071 참조).

품질확인업무를 수행하는 품질보증팀은 설계업무를 수행하는 조직으로부터 독립적으로 구성된 사장 직속의 품질안전환경처 산하 조직으로 설계결과물에 대한 품질 문제점 발생을 사전에 예방하고 문제점 발견 시 즉각적인 시정조치를 취하기 위하여 품질감독을 실시하고 있으며, 설계 품질활동에 대해 품질감사를 통하여 사업 품질보증계획의 유효성을 확인하고 있음을 확인하였다. 또한, 내부조직간 및 외부조직과의 설계인터페이스 관리방안이 설계관리절차서(EP 5.08 Design Interface, 개정12 2016.1.15)로 수립되어 있고 안전성관련 설계정보 교환 등에 대한 지침으로 활용 및 관리되고 있음을 확인하였다.

### 다. 검토자료

1) 중소용역 사업 품질보증계획서(K-QAM-(MS)-ND 개정10) 제1장 조직(개정9)
2) 품질보증절차서 QAP 18.1 품질보증감사 및 품질감독(개정9)
3) 설계관리절차서 EP 5.08, Design Interface(개정12)

## 2. 품질보증 계획

### 가. 검사내용

가동원전 계통설계(중소 용역) 사업 품질보증계획이 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙에 부합하도록 수립되어 있는지 여부와 사업품질보증계획의 유효성 평가가 적절히 수행되는지, 품질 관련 업무 수행자에 대한 교육훈련 및 자격인정 등이 품질보증 기술기준 세부요건을 만족하는지 여부를 검사하였다.

### 나. 검사결과

가동원전 계통설계(중소 용역) 사업 품질보증계획서에는 원자로시설등의 기술기준에 관한 규칙에 규정된 원자력품질보증 18개 요건이 제1장(조직)부터 제18장(품질보증감사)까지 순서대로 기술되어 있으며, 그 요건에 대한 세부사항 및 이행 절차는 품질보증절차서와 설계관리절차서에 기술되어 있음을 확인하였다. 중소 용역 계통설계에는 용역의 특성을 고려하여 해당 용역에 적용되어야할 요건을 명시하는 사업품질보증계획(Project Quality Plan)을 별도로 작성 및 관리하고 있으며, 제9장 공정관리, 제10장 검사, 제12장 측정 및 시험장비관리, 제13장 취급·저장 및 운송 기술내용 등이 그 적용을 배제하도록 기술되어 계통설계 업무에 사용되지 않는 것으로 확인하였다. 다만, 품질보증계획서가 개정될 경우, 개정 내용에 대하여 관련부서의 검토를 거쳐야하나 해당 절차를 누락하고 개정 작업을 완료한 사례가 있어 이의 시정을 요구하였다(검사지적사항표 17-02-072 참조).

품질보증계획서 제2장 6.1항에 명시된 직원 교육훈련에 관한 요건에 따르면 품질관련 업무는 적절한 자격을 가진 직원에 의해 수행되어야 하고, 이들에게는 품질보증계획서 및 업무수행과 관련된 절차서를 적용 및 이행하는데 필요한 제반 교육훈련을 실시하여야 한다. 원자로사업을 수행하는 각 분야별 직원에 대한 자격부여 및 교육훈련이 각 그룹내 담당 분야별로 수립된 업무기술서(Job Description)에 따라 시행되었는지 여부를 확인하기 위하여 5개 분야를 표본으로 선정하여 점검하였다. 점검 결과, 표본 선정된 각 분야의 직원에 대하여 업무기술서에 명시된 학력, 지식, 경험, 교육 및 훈련에 대하여 평가하여 업무부여/자격인정서를 작성 및 승인하고 있으며, 업무기술서 및 업무부여/자격인정서는 해당 분야책임자에 의해 최신본으로 유지 및 관리되고 있음을 확인하였다.

품질보증 감사자 및 선임감사자의 자격부여에 대한 절차는 품질경영업무절차서(감사자 및 선임감사자 자격부여 및 관리)에 기술되어 있으며, 선임감사자 4명 및 감사자 1명에 대한 자격부여 및 교육훈련 실적을 점검한 결과, 동 절차에 따라 감사자 및 선임감사자에 대하여 교육훈련계획을 수립 및 실시하고 있고, 학력, 경력 및 감사 수행 능력 등을 평가하여 자격을 부여하고 이를 관리하고 있음을 확인하였다.

사업품질보증계획에 대한 적합성 및 유효성이 연간단위로 평가되고, 그 결과가 경영진에게 보고되는지 여부를 점검한 결과, 사업품질보증계획서 및 관련 품질보증절차서에 따라 2016년도 품질경향분석 및 유효성평가를 수행(2017.1.24.) 하였음을 확인하였다. 동 평가를 통하여 사업품질보증계획서 및 관련 절차서의 유효성을 검토하고, 내·외부 품질보증 감사 수검 결과 등을 분석 및 평가하여, 그 결과를 품질안전환경처장이 승인하고 경영층에게 보고하고 있음을 확인하였다.

### 다. 검토자료

1) 중소용역 사업 품질보증계획서(K-QAM-(MS)-ND 개정10) 제2장 품질보증계획(개정7)
2) 품질보증절차서 QAP 2.1 교육 및 훈련(개정.)
3) 설계관리절차서 EP 2.02 Job Description(개정10)
4) 가동원전 사고관리계획서 개발 사업품질보증계획(Project Quality Plan)
5) 분야별 업무기술서(Job Description)
   - 품질보증분야
   - 기계설계그룹, 운전기계분야
   - 계측제어설계그룹, 보호계통분야
   - 유체계통설계그룹, 일차계통설계분야
   - 안전해석그룹, 사고해석분야
6) 선임감사자/감사자 자격인정 현황 및 자격평가서
7) 품질경영업무절차서 품경 3.3, 감사자 및 선임감사자 자격부여 및 관리(개정17)
8) 2016년도 품질경향분석 및 유효성평가보고서

## 3. 설계관리

### 가. 검사내용

가동원전 계통설계(중소 용역)와 관련하여 구조물·계통 및 기기에 필요한 관련 기술기준과 설계기준이 시방서·도면·절차서 및 지시서에 반영될 수 있도록 품질기준을 설계서류에 명시하고 품질기준을 만족하기 위한 관리방안이 수립되어 있는지 여부를 검사하였다. 또한, 설계참여 조직간 관계서류의 검토·승인·발행·배포 및 개정에 대한 이행상

태를 점검하였다.

### 나. 검사결과

한국전력기술㈜ SD은 가동원전의 설계 용역을 관련 요건에 따라 적합하게 관리하기 위하여 설계입력, 설계 문서, 설계 해석 등에 대한 설계관리 절차서 18종을 수립하여 운영하고 있음을 확인하였다.

한국전력기술㈜ SD의 설계문서가 관련 절차에 따라 적절하게 작성되었는지를 확인하기 위하여 현재 수행 중인 19개의 설계 용역 중 한울1,2호기 노외핵계측 계통 설비개선 설계 외 4건의 설계 용역을 표본 선정하여 설계 시방서, 설계 해석서 및 설계 변경서 등의 적절성을 검토하였다. 검토결과, 설계 해석서는 해당분야에 기술적으로 지식을 갖춘 자에 의해 작성되었으며, 해석 결과의 적합성을 입증할 수 있는 방법이 기술되어 있음을 확인하였다. 설계 시방서는 관련 기술기준, 계약, 기능적 요건 및 기타 적용 요건에 따라 설계, 제작될 수 있도록 품질요건이 반영되어 작성되었음을 확인하였다. 또한, 부서간 설계검토서(DDA, Document Distribution for Agreement)를 작성하여 관련 부서, 분야책임자, 독립검토자에 의해 설계결과물이 검토 및 승인되고 있음을 확인하였다. 최종 설계결과물에 대한 설계확인은 설계관리절차서에 따라 분야책임자가 지정한 독립검토자가 설계확인점검표에 따라 점검항목별로 설계정보가 적합하게 작성되었는지 여부를 검토하여 그 결과를 설계부서에 통보하며, 이러한 설계확인결과는 품질요건에 따라 품질보증기록으로 관리되고 있음을 확인하였다.

### 다. 검토자료

1) 중소용역 사업 품질보증계획서(K-QAM(MS)-ND 개정10) 제3장 설계관리(개정3)
2) 설계관리절차서
   - Design Input(EP 5.02, 개정11)
   - Design Documentation(EP 5.03, 개정16)
   - Design Analysis(EP 5.04, 개정15)
   - Specification(EP 5.06, 개정14)
   - Design Interface(EP 5.08, 개정12)
   - Document Distribution Agreement(EP 5.09, 개정13)
   - Design Verification(EP 5.10, 개정13)
   - Design Change(EP 5.14)
3) 설계시방서
   - Reactor Coolant System(11D49-FS-DS701-01, 개정1)
   - Reactor Coolant System(11D49-FS-DS701-02, 개정0)

- Nuclear Instrumentation System(2G913-IC-TS810, 개정6)
- Control Element Drive Mechanism Control System(11E96-IC-TS630, 개정2)
- Digital Rod Control System(11F67-IC-TS630, 개정1)

4) 설계 해석서
- 한빛3,4 증기발생기 교체(11E92-SA-CA070-103, 개정0)
- 한빛5,6 증기발생기 관막음률 상향(11E26-SA-CA070-103, 개정0)

5) 부서 간 설계검토 문서(DDA)
- DM-59-63432-000(S2)
- 00000-AM-VV-051(개정0)
- 2G913-IC-TS810(개정6)

6) 도면 수정서
- MCB 지시계(울일12-계측-RPN-009 Page4,9)
- Relay 접점변경(EWD-RPN-XA, SHT.5)
- 401EN 기록 신호 변경(KU/EL-84-9616/NE Page 3.1.19)
- SR High Flux 경보 변경(ETLX DB 0611, Sheet 1,8,20)

## 4. 지시서·절차서 및 도면

### 가. 검사내용

품질업무의 수행방법을 지시서·절차서 또는 도면에 기술하고 이행하며, 지시서·절차서 또는 도면에는 품질에 영향을 미치는 업무가 적절히 수행되었는지 여부를 결정하기 위한 정량적 또는 정성적인 판정기준을 포함하고 있는지 여부를 검사하였다.

### 나. 검사결과

한국전력기술㈜ SD가 수행하고 있는 설계 수행방법은 품질보증계획서와 설계관리절차서로 수립되어 있으며, 해당 절차서에는 설계에 영향을 미치는 업무가 적절히 수행되었는지를 결정하기 위한 정량적 또는 정성적인 판정기준이 기술되어 있음을 확인하였다. 또한, 해당 절차에 따른 이행 여부를 확인하기 위하여 승인된 설계문서 중 4건의 설계시방서를 표본으로 선정하여 점검하였다. 점검 결과, 해당 설계절차에 따라 설계시방서를 작성하고 있었으며, 설계요건에 부합하는 기술기준과 규제기준에서 요구하는 판정기준이 포함되어있음을 확인하였다.

### 다. 검토자료

1) 품질보증계획서(K-QAM(MS)-ND 개정10), 제5장 지시서, 절차서 및 도면(개정4)

2) 설계관리절차서

- Preparing of EP(EP 1.02, 개정17)
- Engineering Drawings(EP 5.07, 개정12)

3) 설계시방서

- Technical Specification For Digital Rod Control System(11F67-IC-TS630, 개정1)
- Technical Specification For Control Element Drive Mechanism Control System (11E96-IC-TS630, 개정2)
- Technical Specification For Digital Rod Control System(11D79-IC-TS630, 개정3)
- Technical Specification For Nuclear Instrumentation System For Hanul Nuclear Power Plant Units 1 And 2(2G913-IC-TS810, 개정6)

## 5. 서류관리

### 가. 검사내용

품질에 영향을 미치는 업무를 규정하는 지시서, 절차서, 도면 등의 서류를 적절하게 작성, 검토, 승인 및 배부하여 사용하고 있고, 지시서, 절차서, 도면 등을 변경하는 경우 변경사항을 최초로 검토·승인한 자(또는 부서)가 이를 검토·승인하는지 여부를 검사하였다.

### 나. 검사결과

한국전력기술㈜ SD는 품질과 관련된 서류를 관련 요건에 따라 적절히 관리하기 위하여 '품질보증계획서 및 절차서 관리' 등 3종의 품질보증절차서와 'Design Documents' 등 5종의 설계관리절차서를 수립하였으며, 이에 따라 품질보증계획서 및 절차서, 설계관리절차서, 기술업무절차서, 설계문서 등 품질관련 서류를 작성, 검토, 승인, 배부 및 개정하고 있음을 확인하였다.

설계시방서 4건을 표본 선정하여 관련 서류의 개정 등 변경 사유 발생 시 변경사항을 최초로 검토·승인한 자가 이를 검토·승인하는지 여부를 점검하였다. 점검 결과, 관련 절차에 따라 최초로 작성한 부서에서 문서의 변경 사유 및 개정 내용을 검토 및 승인하고 있음을 확인하였다.

### 다. 검토자료

1) 품질보증계획서(K-QAM(MS)-ND 개정10), 제6장 서류 및 자료관리(개정2)
2) 품질보증절차서

- 품질보증계획서 및 절차서 관리(QAP 5.1, 개정13)

- 문서관리(QAP 6.1, 개정9)
- 품질관련 문서 검토(QAP 6.2, 개정3)

3) 설계관리절차서
- Preparing of EP(EP 1.02, 개정17)
- Design Documents(EP 5.03, 개정16)
- Document Distribution For Agreement(EP 5.09, 개정13)
- Technical Activity Procedure(EP 5.17, 개정14)
- Engineering Database(EP 5.18, 개정15)

4) 설계시방서
- Technical Specification For Digital Rod Control System(11F67-IC-TS630, 개정1)
- Technical Specification For Control Element Drive Mechanism Control System (11E96-IC-TS630, 개정2)
- Technical Specification For Digital Rod Control System(11D79-IC-TS630, 개정3)
- Technical Specification For Nuclear Instrumentation System For Hanul Nuclear Power Plant Units 1 And 2(2G913-IC-TS810, 개정6)

5) 부서간 설계검토서 (DDA Sheet) 4종 (11F67-IC-TS630, 11E96-IC-TS630, 11D79-IC-TS630, 2G913-IC-TS810)
6) 2017년도 계통기계분야 문서등록/품질보증기록 목록 (D/QR Log)
7) 2017년도 원자로품질보증분야 문서등록/품질보증기록 목록 (D/QR Log)

## 6. 구매품목 및 용역의 관리

### 가. 검사내용

가동원전 계통설계(중소 용역)와 관련하여 공급자에 대한 평가 및 선정, 객관적인 품질증빙서류의 제출 및 검토, 공급자에 대한 검사 및 공급자가 제공한 품목 및 용역에 대한 검사 등이 포함된 관리 방안을 수립하고, 공급자가 품목 및 용역의 중요도·복잡도 및 분량에 따라 효과적으로 품질관리업무를 수행하고 있는지를 정기적으로 평가하는지 여부를 검사하였다.

### 나. 검사결과

한국전력기술㈜ SD의 가동원전 원자로설계용역과 관련한 품목 및 용역 관리를 위한 절차 수립 및 운용의 적절성을 점검한 결과, 사업품질보증책임자가 품목이나 용역을 구매하기 전에 공급 가능업체를 평가 및 선정하여 공급자승인목록으로 작성하여 유지하고, 품목이나 용역 구매 시 사업책임자 및 사업품질보증책임자가 입찰서를 평가하도록

절차가 수립되어 있음을 확인하였다. 또한, 공급업체의 제출서류 검토 및 품질검사 등을 포함한 공급업체 수행업무 평가를 위한 방안이 수립되어 있으며, 품질보증 확인서, 현장확인, 인수검사, 설치 후 시험 등의 방법으로 품목 및 용역의 합격여부를 판정하기 위한 절차가 수립되어 있음을 확인하였다. 다만, 2017년 8월 현재 품목 및 용역의 구매를 위한 공급자 평가 및 승인 사례가 없으며, 가동원전 중소용역 사업과 관련하여 품목 및 용역을 구매한 이력이 없어 금번 검사에서는 이행상태를 확인하지 않았다.

### 다. 검토자료

1) 중소용역 사업 품질보증계획서(K-QAM(MS)-ND, 개정10), 제7장 구매품목 및 용역의 관리(개정6)
2) 원자로설계개발단 품질보증절차서
   - 구매 품목 및 용역의 관리(QAP 7.1, 개정12)

## 7. 시험관리

### 가. 검사내용

가동원전 계통설계(중소 용역)와 관련하여 사용되는 전산소프트웨어에 대한 시험관리가 사업품질보증계획서 및 설계관리절차서에 따라 이행되고 있는지 여부를 검사하였다.

### 나. 검사결과

한국전력기술㈜ SD는 전산소프트웨어의 시험관리를 위하여 '중소용역 사업품질보증계획서' 및 'Computer Software 절차서'를 수립하여 운영하고 있으며, 해당 절차서에는 개발 및 구매한 전산소프트웨어의 확인 및 검증, 사용 중 시험 등에 관한 책임사항 및 업무절차가 명시되어 있음을 확인하였다.

전산소프트웨어의 시험관리가 품질보증요건에 따라 적절히 수행되는지 확인하기 위하여 가동원전의 안전성관련 설계(해석)에 사용되는 전산소프트웨어 중 5건을 표본으로 선정하여 점검하였다. 점검 결과, 소프트웨어 확인 및 검증(SVVR)이 독립검토자에 의해 해당 수명주기에 따라 각 단계별 소프트웨어 확인 및 검증 점검표를 활용하여 수행되고 있으며, 전산소프트웨어 중 일반상용품으로 구매된 소프트웨어는 운영 및 유지가 적합한지 평가하기 위한 시험 등을 수행하고 전산프로그램인증서를 발급 후 안전성관련 업무에 사용되도록 관리되고 있음을 확인하였다. 또한, 전산프로그램이 다른 컴퓨터에 설치되거나 운영체제 구성에 변경이 발생하는 경우 해당 소프트웨어 성능의 정확성 및 일관성을 확인하기 위하여 사용 중 시험을 수행하고 그 결과를 문서화하고 있으며, 프로그램 관리자의 승인 후 사용되고 있음을 확인하였다.

### 다. 검토자료

1) 중소용역 사업 품질보증계획서(K-QAM(MS)-ND, 개정10), 제11장 시험관리(개정02)
2) 설계관리절차서
   - Computer Software 절차서(EP 5.13, 개정15)
3) Software Verification and Validation Report(SVVR)
   - FASEP Version 1.0(00000-MS-VV-01, 개정0, 2014.02.12.)
   - ANSYS Version 14.0(00000-AM-VV-28, 개정0, 2012.07.31.)
   - Fathom Release 7.0(00000-SS-VV-029, 개정1, 2014.10.14.)
   - ANSYS Version 11.0(00000-AM-VV-051, 개정0, 2013.08.21.)
   - COAST(PC version) Version 5(00000-SS-VV-010, 개정2, 2004.08.09.)
4) 사용중시험 보고서 : IUT-00000-AM-VV-028-R00-004, IUT-CESEC-III-89300mod52k-2015-001

## 8. 시정조치(부적합사항 보고 포함)

### 가. 검사내용

품질위배사항에 대해 즉시 식별하고 시정할 수 있도록 조치하는지 여부와 중대한 품질위배사항에 대해 원인 분석, 재발방지조치, 조치확인, 시정조치 결과 문서화 및 관련 책임자 보고를 적절히 수행하는지 여부를 검사하였다. 또한, 식별된 불일치사항의 부적합사항 여부를 평가하기 위한 체계가 적절히 수립되어 이행되고 있는지 여부를 검사하였다.

### 나. 검사결과

품질위배사항에 대해 즉시 식별하고 시정할 수 있도록 조치하는지 여부를 확인하기 위하여 사업품질보증계획서, 품질보증절차서, 설계관리절차서 등을 확인한 결과 업무수행 중 설계오류 또는 설계결함 사항 등을 포함한 품질위배 사항을 발견한 경우 이를 즉시 식별하고 시정할 수 있도록 관련 절차를 적절히 수립하였음을 확인하였다. 2016년 이후 발행된 가동원전 계통설계(중소 용역) 사업 관련 시정조치요구서 및 시정조치결과를 확인한 결과 품질위배사항에 대해 즉시 시정조치요구서를 발행하고 있으며, 요구된 조치기한 내에 조치를 완료하여 종결처리하거나 관련 절차에 따라 처리하고 있음을 확인하였다. 또한, 중대한 품질위배사항에 대한 원인 분석, 재발방지조치, 조치확인, 시정조치 결과 문서화 및 관련 책임자 보고 등의 절차를 확인한 결과, 관련 품질보증 요건에 따라 적절히 수립되었음을 확인하였다. 다만, 시정조치 관리 목록을 확인한 결과 중대한 품질위배사항은 발생한 사례가 없음을 확인하였다.

한국전력기술㈜ SD의 부적합사항 보고 체계 수립 및 이행상태를 점검한 결과, 원자

력안전법 제15조의3(부적합사항 보고) 및 원자력안전위원회 고시 제2014-80호(부적합사항 보고에 관한 규정)에 따라 '부적합사항 보고' 절차서를 수립하여 이행하고 있으며, 불일치사항이 발견될 경우 해당 불일치사항에 대해 부적합여부를 평가하여 부적합사항일 경우 원자력안전위원회로 보고하도록 절차화되어 있음을 확인하였다. 부적합사항에 대한 평가 및 보고 등의 이행상태를 확인한 결과, 2016년 이후 현재까지 가동원전 계통설계(중소 용역) 사업과 관련하여 발행된 부적합사항은 없음을 확인하였다. 다만, 사내·외 감사를 통하여 발행되는 시정조치요구서의 경우 부적합사항 여부를 평가하는 절차가 수립되어 있지 않아 내부 감사를 통하여 발행된 2건의 시정조치요구서에 대해 부적합사항 여부를 평가하지 않았음을 확인하였다. 이에 시정조치요구서에 대해서도 부적합사항인지 여부를 평가하는 절차를 수립하고, 기 발행된 2건의 시정조치요구서에 대하여 부적합사항 보고 대상인지 여부를 평가하도록 현장 조치하였다.

### 다. 검토자료

1) 중소용역 사업 품질보증계획서(K-QAM-(MS)-ND 개정10) 제16장 시정 및 예방조치 (개정6)
2) 품질보증절차서 QAP 16.1 시정조치요구서(개정11)
3) 품질보증절차서 QAP-16.2 중대 품질위배사항(개정4)
4) 기술업무절차서 TAP-16-06 Corrective Action Program 개정4)
5) 기술업무절차서 TAP-16-01 중대결험처리 절차서(개정1)
6) 시정조치요구서: CAR-11G29-QA-17-001, CAR-00000-QA-16-001
7) 부적합사항 보고 절차서(TAP-15-02, 개정 01)
8) 시정조치요구서 부적합사항 보고여부 평가 확인서

## 9. 품질보증기록

### 가. 검사내용

가동원전 계통설계(중소 용역)와 관련하여 품질보증기록이 판독, 식별 및 검색이 가능하며, 품질보증기록의 작성, 배포, 보존, 유지 및 처리에 관한 요건과 책임사항을 확립하고 문서화하였는지 여부를 검사하였다.

### 나. 검사결과

한국전력기술㈜ SD는 품질보증기록의 관리를 위하여 '중소용역 사업 품질보증계획서' 및 'Quality Assurance Records 절차서'를 수립하여 운영하고 있으며, 해당 절차서에는 품질보증기록의 작성, 배부, 보존, 유지 및 처리 등에 관한 책임사항 및 업무절차가 적

절히 명시되어 있음을 확인하였다.

한국전력기술㈜ SD의 품질보증기록 원본은 전자기록으로 관리되고 있으며, 관련 절차서에 따라 영구 또는 비영구기록으로 분류되어 권한을 부여받은 자에 의해 설계전산화시스템(EDB)의 품질보증기록 시스템으로 판독, 식별 및 검색이 가능하도록 관리되고 품질보증기록의 판독성 및 무결성이 주기적으로(최소5년) 확인되고 있음을 확인하였다.

기록관리 책임부서(기술운영팀)가 운영하고 있는 품질보증기록실(서버실)을 점검한 결과, 서버실은 화재에 의한 품질보증기록의 소실을 방지할 수 있도록 이중 설비로 구성되어 있으며, 기록의 손상, 열화, 분실을 방지하기 위하여 온·습도(21℃, 45% RH)를 유지하고 출입을 통제하고 있음을 확인하였다.

다만, 품질보증기록 대상 문서는 발행 후 3개월 이내에 기술운영팀으로 송부되어 기록으로 관리되어야 하나, 고리3,4호기 제어봉제어계통 설비개선 설계 시방서 등의 일부 문서는 기술운영팀으로 송부되지 않아 품질보증기록으로 관리되지 않고 있어 이의 시정을 요구하였다(검사지적사항표 17-02-073 참조).

### 다. 검토자료

1) 중소용역 사업 품질보증계획서(K-QAPM(MS)-ND, 개정10), 제17장 품질보증기록(개정6)
2) 설계관리절차서
   - Quality Assurance Records(EP-3.03, 개정18)
3) 2017년 자료유효성검증 보고서
4) 설계시방서
   - 고리3,4호기 제어봉제어계통 설비개선 설계 (11D79-IC-TS630, 개정3, 2017.05.25.)
   - 한빛1,2호기 제어봉제어계통 설비개선 설계 (11F67-IC-TS630, 개정1, 2017.05.25.)
   - 신고리1,2호기, 신월성1,2호기 제어봉제어계통 전면개선 (11E96-IC-TS630, 개정2, 2016.06.09.)

## 10. 감사

### 가. 검사내용

품질보증계획 이행상태 및 유효성을 확인하기 위하여 내·외부 조직에 대해 감사계획을 수립하고, 감사대상 업무로부터 독립된 유자격감사자가 감사를 수행하여 그 결과를 경영층에 보고하며, 감사지적사항에 대해서 후속조치를 요구하고 그 조치내용의 적합성을 확인하는지 여부를 검사하였다.

### 나. 검사결과

품질 관련 업무가 품질보증계획의 요건에 일치하는지를 확인하고 그 유효성을 확인

하기 위한 품질감사에 대한 절차와 방법이 사업품질보증계획서 및 품질보증절차서에 규정되어 있음을 확인하였으며, 감사를 수행하기 위한 선임감사자 및 감사자 자격인증 절차가 원자력품질보증세부 요건에 적합하게 수립되어있음을 확인하였다. 내·외부 조직에 대한 감사계획 수립 및 그 이행상태를 확인하기 위하여 2016년도 품질감사 실시 결과와 2017년도 품질보증감사 계획을 점검하였다. 점검 결과, 한국전력기술㈜ SD에 대한 연간 감사일정을 수립하여 수립된 감사일정에 따라 감사를 수행하고 있음을 확인하였다. 다만, 일부 감사의 경우 업무단계나 중요도에 따라 감사일정을 변경하여 수행하고 있으나 연간감사 일정을 개정하지 않고 있어 현재 상황에 적합하게 개정하여 관리할 것을 권고하였다(권고사항표 17-02-023 참조).

2016년도에는 가동원전사업부와 설계 및 해석 그룹에 대한 감사가 5차례 진행되어 7건의 시정조치요구서가 발급되었음을 확인하였다. 감사결과 발급된 시정조치요구서에 대한 후속조치 결과의 적절성은 발행자인 감사자가 검토 후 종결처리하고 있으며, 품질보증감사 결과는 서류화되어 품질안전환경처장에게 보고되고 있음을 확인하였다.

품질보증감사를 수행한 감사반의 소속 및 자격인증기록을 확인한 결과, 감사대상 업무로부터 독립된 유자격감사자가 품질보증감사를 수행하고 있음을 확인하였다. 다만, 품질보증감사의 감사팀장은 선임감사자 자격을 보유한자가 수행하여야 하나, 일부 설계 및 해석 그룹에 대한 감사의 경우 선임감사자 자격을 보유하지 않은 자가 감사팀장으로 감사를 수행한 사례가 있어 시정을 요구하였다(검사지적사항표 17-02-074 참조).

### 다. 검토자료

1) 중소용역 사업 품질보증계획서(K-QAM-(MS)-ND 개정10) 제18장 품질보증감사(개정4)
2) 품질보증절차서 QAP 18.1 품질보증감사 및 품질감독(개정9)
3) 2016년도, 2017년도 품질보증감사/감독 일정(AUT-00000-QA-16-01(개정0), AUT-00000 –QA-17-01(개정0))
4) 사내 품질보증감사보고서(Q-16-ND-07-IR, -08-IR, -09-IR, -10-IR, -11-IR)
5) 시정조치요구서: CAR-11G29-QA-17-001, CAR-00000-QA-16-001
6) 선임감사자 및 감사자 자격인증 현황

(공백)

# IV. 적용 기준 및 산업 표준

1) 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙

2) 원자력안전위원회 고시
- 제2014-7호, 원자로시설 안전관련설비의 공급자 등 검사에 관한 규정
- 제2014-80호, 부적합사항의 보고에 관한 규정
- 제2015-7호, 원자력시설의 검사지적사항 처리에 관한 규정
- 제2016-10호, 원자로시설의 안전등급과 등급별 규격에 관한 규정
- 제2016-13호, 원자로시설의 품질보증 세부요건에 관한 기준

3) 인허가 및 관련 서류
- 고리 1,2호기, 신고리 3,4호기 및 한빛 3,4/5,6호기 최종안전성분석보고서

4) 산업표준 및 참고자료
- KEPIC ENB-6210, 전기1급 전력계통 설계
- KEPIC ENB-1100, 안전계통 설계
- KEPIC MD, 재료
- KEPIC ME, 비파괴검사
- KEPIC MN, 원자력기계
- KEPIC MF, 원전기계기기 성능검증
- KEPIC MO, 원전 가동중시험
- KEPIC MQ, 용접
- KEPIC QAP, 원자력품질보증

(공백)

# 부록. 검사지적사항 및 권고사항표

| 구분 | 제 목 | 관리번호 |
|---|---|---|
| 지적<br>(5) | 한빛 3,4호기 원자로헤드 건전성평가 설계문서 검토 미흡 | 17-02-070 |
| | 품질경영팀 조직구조 및 책임사항 문서화 미흡 | 17-02-071 |
| | 품질보증계획서 개정 사항 관련부서 검토 미수행 | 17-02-072 |
| | 품질보증기록 관리 미흡 | 17-02-073 |
| | 품질보증감사 감사팀장 선정 미흡 | 17-02-074 |
| 권고<br>(2) | 가동원전 인간공학 설계 검토 절차 수립 권고 | 17-02-022 |
| | 연간감사계획 개정 권고 | 17-02-023 |

(공백)

# 검사지적사항표

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ①관리번호 | 1 | 7 | - | 0 | 2 | - | 0 | 7 | 0 | ②검사종별 | 1 | 0 | - | 02 | ③지적유형 | 0 | 4 | |
| ④수검기관 | 1 | 4 | 한국전력기술(주) 원자로설계개발단 | | | | | | | ⑤원자로분류 | 1 | 4 | 3 | 4 | ⑥검사대상 | 0 | 1 | |
| ⑦검 사 자 | 기계재료평가실 조두호*(서명)* | | | | | | | | | ⑧검사일자 | . . . | | | | ⑨발급일자 | . . . | | |
| ⑩수 검 자 | 계통기계분야책임자 김기석*(서명)* | | | | | | | | | ⑪요구일자 | . . . | | | | ⑫종결일자 | . . . | | |
| ⑬ 제 목 | **한빛 3,4호기 원자로헤드 건전성평가 설계문서 검토 미흡** | | | | | | | | | | | | | | | | | |

⑭지적내용

소분야책임자는 설계문서에 대하여 인허가문서와의 상호 일관성을 검토하여야 하나, 한빛3,4호기 증기발생기 교체 관련 원자로헤드 건전성평가 설계문서(설계해석서) 검토시 아래와 같은 인허가문서와의 불일치한 사항이 있음에도 검토완료 후 서명하였음.

| 구분 | 한빛3,4호기 최종안전성분석보고서 표5.2-1 | 설계해석서 |
|---|---|---|
| 적용코드 | ASME Sec.III 1995 edition with 1996 addenda | ASME Sec.III 1986 edition |

⑮지적근거

사업관리절차서 EP 5.03, Rev.16, Design Documents

4.2.3 소분야책임자(검토자)는 설계문서에 대하여 인허가문서와의 상호 일관성을 검토하고 서명하여야 한다.

⑯시정요구내용

인허가문서와 해당 설계해석서가 일치되도록 조치하고, 재발방지 대책을 수립할 것.

210mm×297mm(보존용지(1종) 70g/㎡)

≪검사지적사항표에 이의가 있으면 7일 이내에 이의신청을 할 수 있습니다≫

# 검사지적사항표

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ①관리번호 | 1 | 7 | - | 0 | 2 | - | 0 | 7 | 1 | ②검사종별 | 1 | 0 | - | 02 | ③지적유형 | 0 | 4 |
| ④수검기관 | 1 | 4 | 한국전력기술(주) 원자로설계개발단 | | | | | | | ⑤원자로분류 | 1 | 0 | 0 | 0 | ⑥검사대상 | 1 | 8 |
| ⑦검 사 자 | 품질평가실 김연승(서명) | | | | | | | | | ⑧검사일자 | . . . | | | | ⑨발급일자 | . . . | |
| ⑩수 검 자 | 품질보증팀장 정상호(서명) | | | | | | | | | ⑪요구일자 | . . . | | | | ⑫종결일자 | . . . | |
| ⑬ 제 목 | **품질경영팀 조직구조 및 책임사항 문서화 미흡** | | | | | | | | | | | | | | | | |

⑭지적내용

사업품질보증계획서에는 가동원전 관련 사업의 품질관련 업무를 수행하는 조직의 구조, 책임과 권한 등이 기술되어야 하나, 품질보증 감사자의 자격 인정 및 유지 관리 업무를 담당하는 품질경영팀장에 대한 조직구조 및 책임사항 등이 기술 되어있지 않음.

⑮지적근거

중소용역 사업 품질보증계획서, 제1장 조직(개정9), 1.0 목적 및 범위

본 장은 한기(주) 원자로설계개발단(이하 “원설단”이라 칭함)에서 수행하고 있는 계통설계 사업을 제외한 중소 용역사업의 품질관련 품목에 대한 설계, 제작, 설치, 검사, 시험 및 용역 등의 사업을 수행하는 조직의 조직구조, 책임, 권한 및 의사전달 체계를 기술한다.

⑯시정요구내용

품질경영팀 조직구조 및 책임사항 등을 사업품질보증계획서에 명시할 것.

210mm×297mm(보존용지(1종) 70g/㎡)

≪검사지적사항표에 이의가 있으면 7일 이내에 이의신청을 할 수 있습니다≫

# 검사지적사항표

<table>
<tr><td>①관리번호</td><td>1</td><td>7</td><td>-</td><td>0</td><td>2</td><td>-</td><td>0</td><td>7</td><td>2</td><td>②검사종별</td><td>1</td><td>0</td><td>-</td><td>02</td><td>③지적유형</td><td>0</td><td>4</td></tr>
<tr><td>④수검기관</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="7">한국전력기술(주)<br>원자로설계개발단</td><td>⑤원자로분류</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>⑥검사대상</td><td>1</td><td>8</td></tr>
<tr><td>⑦검 사 자</td><td colspan="9">품질평가실 김연승(서명)<br>품질평가실 황선민(서명)</td><td>⑧검사일자</td><td colspan="4">. . .</td><td>⑨발급일자</td><td colspan="2">. . .</td></tr>
<tr><td>⑩수 검 자</td><td colspan="9">품질보증팀장 정상호(서명)</td><td>⑪요구일자</td><td colspan="4">. . .</td><td>⑫종결일자</td><td colspan="2">. . .</td></tr>
<tr><td>⑬ 제 목</td><td colspan="17">**품질보증계획서 개정 사항 관련부서 검토 미수행**</td></tr>
</table>

⑭지적내용

품질보증계획서가 개정되는 경우 관련부서의 검토를 거쳐야 하나, 아래와 같은 품질보증계획서 개정사항에 대해 관련부서의 검토를 거치지 않음.

- 부적합·불일치 용어정의 변경 및 추가, 부적합사항 보고절차서 추가, 품질위배사항 식별방법 추가, 상태보고서 발행 및 처리 사항 추가 등

⑮지적근거

중소용역 사업 품질보증계획서, 제2장 품질보증계획(개정7)

4.4 작성된 품질보증계획서 개정 초안은 관련부서의 검토를 거쳐야 한다. 다만 회사 사규의 개정 내용을 반영하여야 할 경우에는 관련부서의 검토 없이 품질보증계획서에 이를 반영, 개정할 수 있다.

⑯시정요구내용

상기 지적내용에 대하여 관련 품질보증 절차에 따라 조치할 것.

210mm×297mm(보존용지(1종) 70g/㎡)

≪검사지적사항표에 이의가 있으면 7일 이내에 이의신청을 할 수 있습니다≫

# 검사지적사항표

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ①관리번호 | 1 7 - 0 2 - 0 7 3 | ②검사종별 | 1 0 - 02 | ③지적유형 | 0 4 |
| ④수검기관 | 1 4 한국전력기술(주) 원자로설계개발단 | ⑤원자로분류 | 1 0 0 0 | ⑥검사대상 | 1 8 |
| ⑦검 사 자 | 품질평가실 강동완*(서명)* | ⑧검사일자 | . . . | ⑨발급일자 | . . . |
| ⑩수 검 자 | 가동원전사업PM 손종주*(서명)* | ⑪요구일자 | . . . | ⑫종결일자 | . . . |
| ⑬ 제 목 | **품질보증기록 관리 미흡** | | | | |

⑭지적내용

품질보증기록 대상 문서는 발행 후 3개월 이내에 기술운영팀으로 송부되어 품질보증기록으로 관리되어야 하나, 아래 문서(설계 시방서)들은 기술운영팀으로 송부되지 않아 품질보증기록으로 관리되고 있지 않음.

- 고리3,4 제어봉제어계통 설비개선(11D79-IC-TS630, 개정3, 2017.05.25.)
- 한빛1,2 제어봉제어계통 설비개선(11F67-IC-TS630, 개정1, 2017.05.25.)
- 신고리1,2 및 신월성1,2 제어봉제어계통 설비개선(11E96-IC-TS630, 개정2, 2016.06.07.)

⑮지적근거

사업설계관리절차서 Quality Assurance Records(EP 3.03 개정18)

4.1 품질보증기록 송부 및 등록

4.1.1 품질보증기록 송부

분야책임자는 아래 기준에 따라 품질보증기록 대상문서를 업무처리전(품질기록관리시스템 포함)으로 기술운영팀장에게 송부한다.

1) 설계결과물은 발행 후 3개월 이내에 송부되어야 한다.

⑯시정요구내용

전체 가동원전 설계용역에 대하여 품질보증기록 대상 문서 관리현황을 조사하여 조치하고, 재발방지 대책을 수립할 것.

210mm×297mm(보존용지(1종) 70g/㎡)

≪검사지적사항표에 이의가 있으면 7일 이내에 이의신청을 할 수 있습니다≫

# 검사지적사항표

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ①관리번호 | 1 | 7 | - | 0 | 2 | - | 0 | 7 | 4 | ②검사종별 | 1 | 0 | - | 02 | ③지적유형 | 0 | 7 |
| ④수검기관 | 1 | 4 | 한국전력기술(주)<br>원자로설계개발단 | | | | | | | ⑤원자로분류 | 1 | 0 | 0 | 0 | ⑥검사대상 | 1 | 8 |
| ⑦검 사 자 | 품질평가실 김연승(서명) | | | | | | | | | ⑧검사일자 | . . . | | | | ⑨발급일자 | . . . | |
| ⑩수 검 자 | 품질보증팀장 정상호(서명) | | | | | | | | | ⑪요구일자 | . . . | | | | ⑫종결일자 | . . . | |
| ⑬ 제 목 | **품질보증감사 감사팀장 선정 미흡** | | | | | | | | | | | | | | | | |

⑭지적내용

품질보증감사 감사팀장은 선임감사자 자격을 보유하여야 하나, 2016년도 가동원전사업 관련 품질보증감사 중 2건의 경우 선임감사자 자격을 보유하지 않은 자가 감사팀장으로 선정됨.

⑮지적근거

KEPIC QAP 보충요건 18S-1 품질보증감사

3.3 감사팀 구성

감사팀은 감사가 시작되기 전에 구성되어야 한다. ……. 감사팀장은 감사가 시작되기 전에 감사팀을 구성하여야 한다. 감사팀장은 선임감사자이어야 한다.

⑯시정요구내용

1. 상기 지적내용을 포함한 유사사례를 조사하고 관련 품질보증 절차에 따라 조치할 것.
2. 재발방지 대책을 수립할 것.

210mm×297mm(보존용지(1종) 70g/㎡)

≪검사지적사항표에 이의가 있으면 7일 이내에 이의신청을 할 수 있습니다≫

<table>
<tr><th colspan="20">권고사항표</th></tr>
<tr><td>①관리번호</td><td>1</td><td>7</td><td>-</td><td>0</td><td>2</td><td>-</td><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>②검사종별</td><td>1</td><td>0</td><td>-</td><td colspan="6">02</td></tr>
<tr><td>④수검기관</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="7">한국전력기술(주)</td><td>⑤원자로분류</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>⑥검사대상</td><td>1</td><td>9</td></tr>
<tr><td>⑦검 사 자</td><td colspan="9">계측전기평가실 김지태(서명)</td><td colspan="4">⑧검사일자</td><td colspan="6">. . .</td></tr>
<tr><td>⑩수 검 자</td><td colspan="9">계측제어설계그룹 윤재희(서명)</td><td colspan="4">⑨발급일자</td><td colspan="6">. . .</td></tr>
<tr><td>⑬제 목</td><td colspan="19">가동원전 인간공학 설계 검토 절차 수립 권고</td></tr>
<tr><td colspan="20">⑭미비점 및 권고내용<br><br>가동원전 설계용역 수행 시 인간공학 설계가 포함되는 경우 인간공학적 설계의 적합성 검토가 필요하나, 검토수행 절차가 문서로 수립되어 있지 않음. 따라서 인간공학적 설계의 적합성에 대한 검토가 체계적으로 수행될 수 있도록 관련 절차를 수립할 것을 권고함.</td></tr>
<tr><td colspan="20">⑮권고근거(기술적 배경 또는 참고자료 등)<br><br>1. NUREG-0711, Human Factors Engineering Program Review Model, Rev. 3<br>2. HFE Program Management<br>2.4.3 HFE Process and Procedure<br>(3) Integration of HFE and Other Plant or Modification Design Activities – The applicant should describe the process for integrating the design activities (i.e., the inputs from other design work to the HFE program, and the outputs from the HFE program to other plant design activities). The applicant should also discuss the iterative aspects of the HFE design process.<br>2. KEPIC QAP 기본요건 5. 지시서, 절차서 및 도면<br>품질에 영향을 미치는 업무는 문서화된 절차서, 지시서, 도면에 규정되어야 하며, 이에 따라 수행되어야 한다.</td></tr>
</table>

210mm×297mm(보존용지(1종) 70g/㎡

<table>
<tr><th colspan="14">권고사항표</th></tr>
<tr><td>①관리번호</td><td>1</td><td>7</td><td>-</td><td>0</td><td>2</td><td>-</td><td>0</td><td>2</td><td>3</td><td>②검사종별</td><td>1</td><td>0</td><td>-</td><td>02</td></tr>
<tr><td>④수검기관</td><td>1</td><td>4</td><td colspan="7">한국전력기술(주)<br>원자로설계개발단</td><td>⑤원자로분류</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>⑥검사대상</td><td>1</td><td>9</td></tr>
<tr><td>⑦검 사 자</td><td colspan="9">품질평가실 김연승(서명)</td><td colspan="4">⑧검사일자</td><td colspan="4">. . .</td></tr>
<tr><td>⑩수 검 자</td><td colspan="9">품질보증팀장 정상호(서명)</td><td colspan="4">⑨발급일자</td><td colspan="4">. . .</td></tr>
<tr><td>⑬제 목</td><td colspan="17">연간감사계획 개정 권고</td></tr>
<tr><td colspan="18">⑭미비점 및 권고내용<br><br>품질보증팀은 연간 감사 계획을 수립하여 감사를 수행하고 있으나, 업무단계 및 중요도에 따라 변경되는 감사일정은 연간 감사계획에 반영하고 있지 않으므로 유효한 감사일정으로 연간 감사계획을 개정할 것을 권고함.</td></tr>
<tr><td colspan="18">⑮권고근거(기술적 배경 또는 참고자료 등)<br><br>1. KEPIC QAP 보충요건 18S-1 품질보증감사<br>2. 감사일정 수립<br>감사일정은 업무단계 및 중요도에 따라 주기적으로 계획되어야 한다. 감사계획은 정기적으로 검토하여 현재 상황에 적합하도록 필요시 개정하여야 한다.<br>2. 중소용역 사업 품질보증계획서 제18장 품질보증감사(개정4)<br>3.0 감사 일정 계획<br>3.4 ……, 필요한 경우 감사 일정계획을 보완, 개정하여야 한다.</td></tr>
</table>

210mm×297mm(보존용지(1종) 70g/㎡

(공백)

<table>
<tr><th colspan="6">간 행 물 정 보 양 식</th></tr>
<tr><td>보고서번호</td><td colspan="5">제목/부제</td></tr>
<tr><td>KINS/AR-1034 Vol.2</td><td colspan="5">2017년도 한국전력기술㈜ 원자로설계개발단 공급자 등 검사보고서</td></tr>
<tr><td>연구책임자 / 부서명</td><td colspan="5">김진수 / 공급자/QA PM</td></tr>
<tr><td>연구자 / 부서명</td><td colspan="5">한국전력기술㈜ 원자로설계개발단 공급자 등 검사팀</td></tr>
<tr><td>발행기관</td><td>한국원자력안전기술원</td><td>발행지</td><td>대전</td><td>발행일</td><td>2017. 11. 06.</td></tr>
<tr><td>페이지</td><td>p.43</td><td>도 표</td><td>유 ( ○ ) 무 ( )</td><td>크 기</td><td>A4</td></tr>
<tr><td>참고사항</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>공개여부</td><td colspan="3">공개( ○ ) 비공개( )</td><td>보고서 종류</td><td>규제사업(공급자 등 검사)</td></tr>
<tr><td>연구위탁기관</td><td colspan="3"></td><td>계 약 번 호</td><td></td></tr>
<tr><td>초록<br>(200단어 내외)</td><td colspan="5">한국전력기술㈜ SD에 대한 공급자 등 검사는 13명의 검사원으로 구성된 KINS 검사팀이 안전해석분야, 기계재료분야, 계측·전기 및 인간공학분야, 계통평가분야, 품질보증분야 등 5개 검사분야로 나누어 수행함.<br>KINS 검사팀은 한국전력기술㈜ SD에 대하여 가동원전 계통설계에 대한 품질보증체계의 수립 및 이행상태를 점검하고, 설계 공정에서 발생된 서류에 대한 기록 검토 및 관련자 면담을 통해 설계활동이 관련 기술기준 요건을 만족하는지를 검사하였음. 또한, 부적합사항 보고체계의 적합성을 검사하였음.<br>검사 결과, 설계문서 검토 미흡 등의 부적절한 사항이 발견되어 총 5건의 검사지적사항을 발급하였으며, 인간공학 설계검토 절차 수립 등 총 2건의 개선 권고사항을 발급함.</td></tr>
<tr><td>주제어 키워드<br>(10단어 내외)</td><td colspan="5">한국전력기술㈜, 원자로설계개발단, 가동원전 계통설계, 공급자 등 검사</td></tr>
</table>