KINS

KINS/AR-1074
Vol.3

2018년도 한국전력기술㈜

공 급 자 등 검 사 보 고 서

2018. 7.

한국원자력안전기술원
KOREA INSTITUTE OF NUCLEAR SAFETY

(공백)

KINS

KINS/AR-1074\
Vol. 2

2018년도 한국전력기술㈜

공 급 자 등 검 사 보 고 서

(현장검사기간 : 2018.5.28. ~ 2018.6.1.)

2018. 7.

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	오규명
	심사사업관리실	김효준
분야별책임자 :	안전해석실	양채용
	기계재료평가실	신호상
	계측전기평가실	박현신
	계통평가실	민복기
	품질평가실	장현섭

검 사 팀 장 : 오규명

검 사 원 : 고창석, 김지태, 김진겸, 노우진, 신철, 이상근, 이상민, 이심원, 이종혁, 주재율, 한찬규 (가나다 순)

검 사 지 원 : 김월태, 박창규, 송명호, 최용원 (가나다 순)

전문위원 검토 : 수석전문위원 현창헌
전문위원 김세원, 방영석, 정충희

현장검사기간 : 2018년 5월 28일 ~ 6월 1일 (5일간)

(공백)

목 차

Ⅰ. 종합의견 및 결론 ····· 1

Ⅱ. 검사경위 및 검사항목 ····· 5

Ⅲ. 검사결과 ····· 7

□ 안전해석 분야 ····· 7

□ 기계재료 분야 ····· 11

□ 계측·전기 및 인간공학 분야 ····· 19

1. 계측제어분야 설계 ····· 19
2. 전력계통분야 설계 ····· 21
3. 인간공학분야 설계 ····· 23

□ 계통평가 분야 ····· 25

1. 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통 설계 ····· 25
2. 보조급수계통 설계 ····· 27
3. 1차측 기기냉각수 및 기기냉각해수 계통 설계 ····· 29
4. MOV AOV 설계기준성능분석 및 성능확인시험 결과평가 ····· 31
5. 주증기계통 설계 ····· 33
6. 화재방호계통 설계 ····· 36

□ 품질평가 분야 ····· 37

1. 조직 ····· 37
2. 품질보증 계획 ····· 48
3. 설계관리 ····· 40
4. 구매품목 및 용역의 관리 ····· 41
5. 시험관리 ····· 43
6. 불일치품목의 관리 ····· 44
7. 시정조치 ····· 44
8. 감사 ····· 45

□ 기타 분야 ····· 47

1. 안전관련설비 계약신고 ····· 47

2. 부적합사항 보고 ····· 47

Ⅳ. 적용 기준 및 산업 표준 ····· 50

부록. 검사지적사항 및 권고사항표 ····· 52

Ⅰ. 종합의견 및 결론

1. 검사 개요

가. 검사대상

1) 대 상 업 체 : 한국전력기술 주식회사(경상북도 김천시)
2) 검사대상설비 : 신고리 5,6호기 종합설계
3) 현장검사기간 : 2018년 5월 28일(월)~6월 1일(금) (5일간)

나. 검사내용

한국전력기술 주식회사(이하, '한국전력기술㈜'라 함)는 신고리 5,6호기에 대한 종합설계를 수행하는 설계자에 해당함. 한국전력기술㈜에서 수행하는 종합설계에는 안전기능을 수행하는 계통에 전력 및 신호를 공급하는 전력설비 설계, 안전등급 배관 계통 설계, 보조급수계통 등 안전관련 계통에 대한 기계설계, 주제어실 등의 계측제어 설계 등이 포함되어 있음.

한국원자력안전기술원 검사팀(이하, 'KINS 검사팀'이라 함)은 원자력안전법 제26조(검사), 동법 시행령 제31조의2(공급자 등 검사)에 의거, 설계자인 한국전력기술㈜에 대하여 ①안전관련설비의 설계 관련 사항이 원자력안전법 제11조에 따른 허가기준에 적합한지 여부에 관한 사항, ②원자력안전법 제15조의2에 따른 안전관련설비 계약신고에 관한 사항, ③원자력안전법 제15조의3에 따른 부적합사항 보고에 관한 사항을 검사함.

2. 검사 의견

가. 결 론

한국전력기술㈜에 대한 공급자 등 검사는 16명의 검사원으로 구성된 KINS 검사팀이 안전해석분야, 기계재료분야, 계측·전기 및 인간공학분야, 계통평가분야, 품질보증분야, 기타(안전관련설비 계약신고, 부적합사항 신고) 등 6개 검사분야로 나누어 수행함.

KINS 검사팀은 한국전력기술㈜에서 수행하는 원전설계 업무와 관련하여, 원자력안전법령, 예비안전성분석보고서(이하, 'PSAR'라 함) 등의 인허가신청서류에 따라 설계관리절차를 적절히 수립하여 이행하는 지 여부를 검사함. 이를 위해 각 설계분야별로 설계과정에서 생성되는 설계문서를 표본 선정하여 서류 검토 및 관련자 면담을 수행함.

검사 결과, 예비안전성분석보고서와 설계문서 간 불일치 등의 부적절한 사항이 발견되어 총 10건의 검사지적사항을 발급하였으며, 비안전등급 내진범주 I급 기기 내진검증 절

차 수립 등을 권고하는 총 6건의 권고사항표를 발급함.

나. 검사지적사항 및 권고사항

1) 검사지적사항 (10건)

관리번호	제 목	내 용
18-02-034	예비안전성분석 보고서와 설계 문서 간 불일치	주급수계통 배관 파단 사고 선량평가 계산서(9-035-N374-022) 및 증기발생기 전열관 파단 사고 선량평가 계산서(9-035-N374-004)에 기술된 입력값 및 평가결과가 PSAR에 기술된 내용과 일치하지 않음.
18-02-035	원자로용기 측면지지물에 대한 방사선 환경조건 설계검토 미흡	원자로용기 측면지지물 설계규격서(9-310-C407-011)에는 방사선 환경조건을 고려하여 설계하도록 규정되어 있으나, 원자로용기 측면지지물 설계보고서(9-310-C460-011) 등에는 방사선 환경조건을 고려한 설계검토 결과가 제시되어 있지 않음.
18-02-036	설계 인허가 요건에 대한 제·개정 사항 검토 미흡	인허가 요건을 주기적으로(연 1회) 검토하여야 하나 2014년 이후의 인허가 요건이 검토되지 않았고, 예비안전성분석보고서(PSAR)와 한전기술 설계관련 문서 간 인허가 요건 적용연도 불일치 사항이 확인되었음.
18-02-037	기술기준 적용 년도 판 불일치	예비안전성분석보고서에 따라 Reg. Guide에 명시된 기술기준(ASTM, ASME)의 적용년도 판이 시공시방서(CP-P1/P2)에서 사용된 기술기준의 적용년도 판과 일치하여야 하나 불일치함.
18-02-038	격납용기 살수계통 열교환기 재료 규격 불일치	격납건물 살수계통 열교환기 도면에 기술된 일부 재료규격과 예비안전성분석보고서(PSAR)에 적용된 공학적안전설비 내압 재료 및 살수 접촉 부위의 재료 규격이 불일치함.
18-02-039	전자파적합성검증 관리절차 미흡	사업설계지침서 “기기검증 업무수행(6.00-2)” 및 “공급자문서 세부 검토(6.18-1)”에는 안전관련 계측제어계통의 전자파적합성 검증을 위한 관리절차가 포함되어 있지 않음.

관리번호	제 목	내 용
18-02-040	청정소화약제 소화설비의 공기압력시험에 대한 문서간의 불일치	청정소화약제 소화설비의 공기압력시험 사항(압력유지시간, 허용압력강하)에 대해서 예비안전성분석보고서(10분, 8 psi)와 계통설명서(9-691-M403-001)(24시간, 1.5 psi)의 관련 내용이 서로 불일치함.
18-02-041	보조급수계통 역류방지감시설비 설치관련 설계문서 불일치	보조급수펌프의 증기고착 확인을 위한 온도감시기가 펌프와 격리밸브 사이에는 비안전등급 온도감지기가 위치하도록 잘못 설계되었음. 각 펌프 유로 격리밸브와 증기발생기 전단 역류방지밸브 사이에 안전등급 온도감지기만 위치하는 것으로 설계되어, PSAR 본문과 도면의 내용이 상호 불일치함.
18-02-042	1차측기기냉각수 안전성분석보고서와 설계기준서 내용 불일치	종합설계용역 사업설계지침서에는 “설계기준서의 내용은 안전성분석보고서, 환경영향평가서 등 인허가관련 문서와 상치되거나 모순되지 않아야 한다.”고 명시되어 있으나, PSAR(개정3) 표 9.2.2-4의 ‘계통기기 설계제원’ 내용이 설계기준서(9-461-N402-001)의 내용과 불일치함.
18-02-043	시정조치요구서 처리 미흡	2017년 내부 품질보증감사를 통해 도출된 4건의 시정조치요구서에 대해 일부 시정조치 책임조직은 시정조치결과를 작성하지 않았으며, 기한 내 미 조치한 사유 및 조치계획을 제출하지 않았음.

2) 권고사항 (6건)

관리번호	제 목	내 용
18-02-007	비안전등급 내진범주 I급 기기 내진검증 절차 수립 권고	사업설계지침서(기기검증 업무수행, 6.00-2)에는 내진검증 범위를 안전등급 내진범주 I급 기기에 대해서만 한정하고 있으므로 비안전등급 내진범주 I급 기기(화재방호계통 등)에 대한 내진검증 절차를 수립할 것을 권고함.

관리번호	제 목	내 용
18-02-008	현장제어반의 인간공학 설계 적절성 확인 권고	공급사에서 제출한 일부 현장제어반의 도면(예; Filter Handling Cask Outline Drawing, N217-DG-A01-01 등)에는 명판 크기, 제어기 특성 등의 상세 설계사항이 누락되어 SKN 5&6 Appendix 4S1, 4S2, 4U, 4T의 인간공학 설계 만족여부를 확인할 수 없어 현장제어반 공급자 도면을 재검토하여 인간공학 설계 만족여부를 확인할 것을 권고함.
18-02-009	인간공학 설계 결과 검토 및 평가를 위한 회의 수행 권고	인간공학 설계결과는 주기적인 회의를 통해 설계현안과 연계문서의 일관성을 확인하여야 하나 현재까지 주기적 회의 실적이 없는 것으로 파악되었으므로 인간공학적 설계 문제점을 단계별로 해결하기 위한 회의를 사업설계절차서에 따라 주기적으로 개최할 것을 권고함.
18-02-010	사용후연료저장조 냉각수 배관 사이폰방지기 설계기준 확보 및 관리 권고	사이폰방지기(Siphon Breaker)에 대한 구체적인 설치 위치, 크기, 수량 등에 대한 설계계산 근거 없이 사용하고 있어, 사용후연료저장조 사이폰방지기(Siphon Breaker)에 대한 설계계산 결과를 포함한 설계기준을 확보(수립)하여 품질보증문서로 관리하도록 할 것을 권고함.
18-02-011	절차서 간 불일치 개선 권고	시정조치와 관련된 해당 절차서의 내용 중 중대결함에 해당하는 사항과 중대 품질위배사항에 해당하는 사항에 일부 중복이 있음에도 불구하고, 각 절차서의 책임사항이 상이하게 기술되어 있으므로 이를 명확하게 구분하거나 하나의 절차로 통일될 수 있도록 절차서 개선을 권고함.
18-02-012	MOV, AOV 설계기준성능분석 및 확인시험결과평가 업무절차 수립권고	전동기구동밸브(MOV)와 공기구동밸브(AOV)의 '설계기준성능분석 및 시험결과평가' 업무는 사업설계지침서가 없어서, 시험과정에서 발생한 정비내역이 '설계기준성능분석보고서'에 적절히 반영(Feedback)되는지 알 수 없으므로 부품 교체, 정비시 '설계기준성능분석보고서'에 반영하는 절차를 갖출 것을 권고함.

II. 검사경위 및 검사항목

1. 검사경위

○ 검사계획 검사대상업체에 통보 : 2018. 05. 16.

○ 검사전회의 개최 : 2018. 05. 28.

○ 현장검사 수행 : 2018. 05. 28. ~ 2018. 6. 1. (5일간)

○ 검사후회의 개최 : 2018. 06. 1.

○ 검사지적사항 및 권고사항 발급 : 2018. 08. 07.

2. 검사항목

검 사 분 야	검사원	검사 내용
	오규명	• 검사 총괄
안전해석 분야	이종혁 최용원*	• 안전해석 수행 체계 • Non-LOCA 선량평가 방법 및 결과
기계재료분야	이상민 노우진 김진겸 송명호*	• 기기 및 배관 설계 - 주기기 지지물 설계문서 - 배관계통 설계지침 • 기기검증 - 기기검증 프로그램 및 절차 - 내진 및 내환경 검증문서 • 기기 및 배관 재료 - 재료 선정 기준 - 시방서 내 재료 규격
계측, 전기 및 인간공학분야	주재율 이상근 김지태	• 계측·전기 및 인간공학 분야 설계 및 관리 • 계측·전기 및 인간공학 분야 설계문서 관리 및 형상관리 • 내환경검증 프로그램 및 변수보고서 설계 관리 • 제작사(두산중공업 등) 및 타부서(KEPCO E&C SD 등)와의 설계연계 활동

검 사 분 야	검사원	검사 내용
계통평가 분야	고창석	• 1차기기냉각계통, 1차기기냉각해수계통, 보조급수계통, 화학및체적제어계통, 사용후핵연료저장조계통 등의 안전관련 구성기기의 열수력학적 설계
	신철	• 정지냉각계통, 주증기계통, 주급수계통, 복수계통 등 안전관련 구성기기의 열수력학적 설계
	이심원	• 화재감지 및 경보설비, 화재진압설비 등 화재방호계통의 설계
품질보증 분야	한찬규	• 불일치사항의 관리, 시정조치
	김월태*	• 품질보증계획, 설계관리, 감사
	박창규*	• 조직, 구매품목 및 용역의 관리, 시험관리
기타 분야	오규명	• 안전관련 설비 계약신고
	한찬규	• 부적합사항 신고

* 검사지원

Ⅲ. 검사결과

□ 안전해석 분야

가. 검사내용

신고리 5,6호기 설계기준사고에 대한 소외선량 평가 관련 설계문서가 적절히 작성 및 관리되고 있는지 여부를 검토하였다.

나. 검사결과

한국전력기술(주)은 신고리 5,6호기 종합설계 관련하여 설계기준사고에 대한 소외선량 평가 업무를 수행하고 있으며, 이에 검사자는 이번 공급자 등 검사를 통해 비냉각재상실사고(Non-LOCA)에 대한 소외선량 평가 관련 업무가 적절히 수행되고 있는지 여부를 확인하였다. 검사대상으로써 아래의 8건의 사고를 선정하였으며, 각 사고에 대한 계산서 검토를 통해 소외선량 평가의 적절성을 확인하였다. 또한 계산서가 관련 절차에 따라 적절히 관리되고 있는지 여부를 확인하였다.

1) 원자로건물 내·외부의 증기계통 배관 파단
2) 주급수계통 배관 파단
3) 단일 원자로냉각재펌프 회전자 고착
4) 제어봉집합체 이탈
5) 원자로건물 외부의 유출관 양단 파단
6) 증기발생기 전열관 파열사고
7) 핵연료취급사고
8) 사용후연료 수송용기 낙하 사고

상기 사고 중 1) 증기계통 배관 파단, 3) 원자로냉각재펌프 회전자 고착, 4) 제어봉집합체 이탈, 5) 원자로건물 외부의 유출관 파단, 7) 핵연료취급사고 및 8) 사용후연료 수송용기 낙하 사고의 경우, 계산서 작성에 사용된 대기확산인자(χ/Q), 호흡률(Breathing ratio) 및 선량환산인자(Dose conversion factor)가 예비안전성분석보고서의 2.3절 및 15A에 기술된 값과 일치하였으며, 누설 경로별 방사능농도가 적절하게 사용되었음을 확인하였다. 또한 선량평가에 사용된 냉각재 유출량 및 선량평가 결과 등도 예비안전성분석보고서에 기술된 값과 일치함을 확인하였다.

2) 주급수계통 배관 파단 및 6) 증기발생기 전열관 파열사고의 선량평가 계산서를 검토한 결과, 대기확산인자(χ/Q), 호흡률 및 선량환산인자 등은 예비안전성분석보고서의 2.3절 및 15A에 기술된 값과 일치함을 확인하였다. 그러나 표 1~표 6에 기술된 바와 같이, 두 사고의 계산서에 기술된 냉각재 유출량 및 평가 결과가 예비안전성분석보고서에 기술된 내용과 일치하지 않는 것을 확인하였다. 이는 신고리 5,6호기 건설허가 심사 과정에서 질의/답변을 통해 예비안전성분석보고서가 개정되었으나 관련 계산서 개정이 누락됨에 따라 발생한 것으로 확인되었다. 따라서 변경사항을 해당 계산서에 반영하고, 타 계산서에 대한 유사사례 발생 여부를 확인하도록 검사지적사항표를 발행하였다.(검사지적사항표 18-02-034 참조)

다. 검토자료

1) 한국전력기술(주) 사업설계관리절차서 (0-030-B433-003)

2) 선량평가 계산서

- Dose Cal. (Accident) Basic Data for Post Accident Offsite Dose (9-035-N374-010, Rev.3)
- Dose Cal. (Accident) Steam Line Break Offsite Dose (9-035-N374-001, Rev.2)
- Dose Cal. (Accident) Main Feedwater Line Break (9-035-N374-022, Rev.2)
- Dose Cal. (Accident) RCS Pump Motor Seizure Dose (9-035-N374-002, Rev.2)
- Dose Cal. (Accident) CEA Ejection Accident Dose (9-035-N374-003, Rev.3)
- Dose Cal. (Accident) Failure of Small Line of Primary Coolant Outside Containment (9-035-N374-011, Rev.2)
- Dose Cal. (Accident) S/G Tube Rupture Dose (9-035-N374-004, Rev.3)
- Dose Cal. (Accident) Fuel Handling Accident Inside CTMT (9-035-N374-018, Rev.2)
- Dose Cal. (Accident) Fuel Cask Drop Accident (9-035-N374-016, Rev.2)

3) 신고리5,6호기 PSAR 15장 관련 소외선량 계산을 위한 입력자료 (KRD/ES-110011M)

표 1 주급수계통 배관파단사고 시 소외선량 평가에 사용된 변수 중 불일치한 항목

변수	입력값	
	PSAR	계산서 (9-035-N374-022, Rev.2)
1차계통 냉각재 재고량, kg	287,714	287,746
사고 후 원자로건물로 방출된 RCS 총 질량, kg	1,642	1,656
파단측 증기발생기에서의 2차 냉각재 방출량, kg		
0-2시간	148,627	111,064
0-8시간	148,627	111,064
건전한측 증기발생기에서의 2차 냉각재 방출량, kg		
0-2시간	535,884	511,097
0-8시간	1,060126	991,972
복수기를 통한 2차 냉각재 방출량, kg		
0-2시간	125,638	62,703
0-8시간	125,638	62,703

표 2 주급수계통 배관파단사고 시 소외선량 평가 결과

	사고 전 요오드 분출(PIS)을 가정한 방사선량(mSv)		사고 후 요오드 분출(GIS)을 가정한 방사선량(mSv)	
	PSAR	계산서 (9-035-N374-022, Rev.2)	PSAR	계산서 (9-035-N374-022, Rev.2)
제한구역경계(0-2시간)				
갑상선	5.44E+00	1.34E+00	4.17E+00	1.24E+00
전신	1.19E-02	6.28E-03	1.25E-02	6.14E-03
저인구지대(0-8시간)				
갑상선	7.56E-01	3.24E-01	1.05E+00	5.31E-01
전신	2.85E-03	2.26E-03	3.49E-03	2.55E-03

표 3 증기발생기 전열관 파단 사고(소외전원상실 미가정) 시 소외선량 평가에 사용된 변수 중 불일치한 항목

변수	입력값	
	PSAR	계산서 (9-035-N374-004, Rev.3)
파단부위를 통한 2차측으로의 RCS 총 누설량, kg	62,146	60,007
상기 누설량 중 순간기화된 양, kg	786	967
손상 측 증기발생기에서 대기로의 방출량, kg	89,302	91,422
건전한 측 증기발생기에서 대기로의 방출량, kg	73,828	74,489
건전한 측 증기발생기에서 복수기로의 방출량, kg		
0-2시간	543,029	538,228
0-8시간	1,039,233	1,032,306

표 4 증기발생기 전열관 파단 사고(소외전원상실 가정) 시 소외선량 평가에 사용된 변수 중 불일치한 항목

변수	입력값	
	PSAR	계산서 (9-035-N374-004, Rev.3)
파단부위를 통한 2차측으로의 RCS 총 누설량, kg	70,284	69,443
상기 누설량 중 순간기화된 양, kg	5,227	6,039
손상 측 증기발생기에서 대기로의 방출량, kg	85,057	85,096
건전한 측 증기발생기에서 대기로의 방출량, kg		
0-2시간	578,419	574,934
0-8시간	1,232,323	1,222,957

표 5 증기발생기 전열관 파단 사고(소외전원상실 미가정) 시 소외선량 평가 결과

	사고 전 요오드 분출(PIS)을 가정한 방사선량(mSv)		사고 후 요오드 분출(GIS)을 가정한 방사선량(mSv)	
	PSAR	계산서 (9-035-N374-004, Rev.3)	PSAR	계산서 (9-035-N374-004, Rev.3)
제한구역경계(0-2시간)				
갑상선	1.63E+02	1.69E+02	3.58E+01	3.73E+01
전신	1.16E+00	1.21E+00	9.66E-01	1.07E+00
저인구지대(0-8시간)				
갑상선	1.70E+01	1.77E+01	4.16E+00	4.31E+00
전신	1.22E-01	1.27E-01	1.02E-01	1.13E-01

표 6 증기발생기 전열관 파단 사고(소외전원상실 가정) 시 소외선량 평가 결과

	사고 전 요오드 분출(PIS)을 가정한 방사선량(mSv)		사고 후 요오드 분출(GIS)을 가정한 방사선량(mSv)	
	PSAR	계산서 (9-035-N374-004, Rev.3)	PSAR	계산서 (9-035-N374-004, Rev.3)
제한구역경계(0-2시간)				
갑상선	5.44E+02	7.19E+02	1.58E+02	1.55E+02
전신	1.87E+00	2.11E+00	1.32E+00	1.76E+00
저인구지대(0-8시간)				
갑상선	5.66E+01	7.47E+01	3.38E+01	1.65E+01
전신	1.95E-01	2.21E-01	1.62E-01	1.85E-01

□ 기계재료 분야

가. 검사내용

신고리 5,6호기 안전등급 기기 및 배관에 대한 설계, 기기검증, 재료 등이 PSAR 및 기술기준(KEPIC MN 등) 등의 관련 요건을 만족하였는지를 확인하기 위해 다음 사항을 검사하였다.

1) 기기 및 배관 설계
   가) 주기기 지지물 설계문서
   나) 배관계통 설계지침
2) 기기검증
   가) 기기검증 프로그램 및 절차
   나) 내진 및 내환경 검증문서
3) 기기 및 배관 재료
   가) 재료 관련 인허가 요건 및 적용 기술 기준
   나) 재료 선정의 적절성

나. 검사결과

1) 기기 및 배관 설계

가) 주기기 지지물 설계문서

신고리 5,6호기 주기기(원자로용기, 증기발생기, 가압기) 지지물 설계보고서는 PSAR 3장(구조물, 부품, 기기 및 계통들의 설계)에 기술된 규제요건 및 기술기준(KEPIC MN 등)을 만족하여야 한다.

주기기(원자로용기, 증기발생기, 가압기) 지지물에 대한 아래의 설계보고서를 표본 선정하여 기기 지지물 설계문서의 적절성을 확인하였다.

- o Design Report for Reactor Vessel Supports, 9-310-C460-011
- o Design Report for Steam Generator Supports, 9-310-C460-012
- o Design Report for Pressurizer Supports, 9-310-C460-013

주기기 지지물에 대한 설계보고서(9-310-C460-011, -012, -013)는 사업설계관리절차서(설계보고서 및 기술검토보고서, EP-6.14)의 작성양식(표지, 발행현황표, 목차, 표와 보기 일람표 목록, 본문 등)에 따라 작성되었다. 설계보고서에는 설계규격서(9-310-C407-011, -012, -013)에 규정된 설계하중 등을 고려하여 평가한 응력해석 결과가 기재되어 있으며, 응력해석 결과는 PSAR 3장에 제시된 기술기준인 KEPIC MNF(지지물)의 허용기준(응력한계)을 만족하는 것으로 확인되었다. 다만,

주기기 지지물 설계규격서의 403(Environmental Requirements)에는 방사선 환경조건을 고려하여 설계하도록 규정되어 있으나, 설계보고서 등에는 방사선 환경조건을 고려한 설계검토 결과가 제시되어 있지 않아 이를 시정·보완하도록 검사지적사항표를 발행하였다(검사지적사항표 18-02-034 참조).

나) 배관계통 설계지침

신고리 5,6호기 안전등급 배관계통은 PSAR 3장(구조물, 부품, 기기 및 계통들의 설계)에 기술된 규제요건 및 기술기준(KEPIC MN 등)에 따라 설계되어야 한다.

안전등급 배관계통에 대한 아래의 설계지침을 표본 선정하여 배관계통 설계의 적절성을 확인하였다.

- o Design Guide Of OBE Elimination On Piping System Design, 9-038-P463-003
- o ASME Code Reconciliation For Piping Stress Analysis, 9-035-P464-001

미국 10 CFR 50 Appendix S(Earthquake Engineering Criteria for Nuclear Power Plants)에 따라 운전기준지진(Operating Basis Earthquake, OBE)이 안전정지지진(SSE)의 1/3 이하인 경우 OBE 하중을 설계에서 제외하는 것을 허용한다. 신고리 5,6호기 Design Guide Of OBE Elimination On Piping System Design(이하 'OBE 배제 설계지침')은 10 CFR 50 Appendix S 등을 반영하여 작성되었으며, 신고리 5,6호기의 경우 OBE(0.1g)가 1/3 SSE(0.3g)이므로 OBE 배제 설계지침은 적절하다. 다만, OBE 배제 설계지침 13쪽과 14쪽에는 누적피로계수 계산에 1/2 SSE 하중을 고려하는 것으로 기술되어 있으나, 1/3 SSE 하중을 누적피로계수 계산에 고려하는 것이 적절하므로 이를 보완할 것을 요구하였다. 또한 동 설계지침 22쪽에는 'Level C service loading specified in combination number 7 exists for the Reactor Coolant Gas Vent System(RG)'이 기술되어 있으나, 신고리 5,6호기 배관계통 설계에 Service Level C 하중이 고려되지 않으므로 이를 보완할 것을 요구하였다.

한전기술은 배관계통 설계에 응력해석프로그램 PIPSYS를 사용하고 있으며, PIPSYS(Window 1.0 version)는 KEPIC 2005년판 및 2006년 추록에 따른 응력해석 평가결과를 직접적으로 제공하지 못한다. 또한 원자력안전위원회 고시 제2017-21호(원자로시설의 안전등급과 등급별 규격에 관한 규정) 별표[KEPIC 등의 기술기준 적용에 대한 제한사항(제9조제2항제1호 관련)]에 제시된 제한사항인 '배관 내진설계' 요건을 만족시키기 위하여 반복동하중(지진하중)을 고려한 응력해석에 대해서는 KEPIC MN 1995년판이 설계에 적용되어야 한다. 상기 사항을 고려

하여 한전기술은 PIPSYS(Window 1.0 version)를 사용하여 KEPIC 1995년판에 따라 신고리 5,6호기 안전등급 배관계통을 설계하여도 된다는 정당성 입증문서로서 ASME Code Reconciliation For Piping Stress Analysis(이하 '합치화보고서')를 작성하였다. 합치화보고서에는 KEPIC 1995년판부터 2006년 추록에 제시된 배관설계 조항들이 기술적으로 동등한 사항이여서 PIPSYS에 따라 배관계통 설계가 가능한 것으로 평가되어 있어 적절하다. 다만, 신고리 5,6호기 배관 상세설계를 진행하기에 앞서 KEPIC 2006년 추록에 따라 직접적으로 응력해석 결과를 평가할 수 있도록 시스템을 개선(배관응력해석프로그램 업그레이드 포함)할 것을 요구하였다.

2) 기기검증

가) 기기검증 프로그램 및 절차

신고리 5,6호기 기기검증 프로그램 및 절차의 적절성을 확인하기 위해 아래의 기기검증 관련 사업자설계지침서 및 내환경검증 프로그램을 검토하였다.

- o 사업자설계지침서(기기검증 업무수행), 6.00-2
- o 사업자설계지침서(기기검증 시험 참관), 6.00-22
- o 사업자설계지침서(보조기기 구매규격서 작성), 6.10-1
- o Environmental Qualification Program of Equip. Important to Safety, 9-037-G440-001

사업설계지침서(기기검증 업무 수행, 6.00-2 및 기기검증 시험 참관, 6.00-22)는 기기검증(내진/내환경검증), 환경검증인자 보고서(EQPR), 기기 기초 하중분석, 배관 관통부 설계에 관련된 설계 분야간 책임사항 및 인터페이스 관리 방법이 포함되어 작성됨을 확인하였고, 공급자가 제출하는 기기검증 서류(기기검증 계획서, 절차서 및 보고서, 기초 하중 분석보고서 등)의 적절성을 평가하는 점검 절차(Checklist 포함)가 마련되어 있음을 확인하였다. 그리고 사업설계지침서(보조기기 구매규격서 작성, 6.10-1)에 보조기기 구매규격서 작성시 내진/내환경검증과 관련된 상세 설계 조건이 반영되도록 명시되어 있어 기기검증 관련 설계 절차가 적절히 수립되었음을 확인하였다. 또한 PSAR 3.11절에서 요구하는 10 CFR 50.49 규정에 따라 내환경검증 프로그램(9-037-G440-001)을 운영하고 있고, 동 문서에 내환경검증 기술기준(IEEE 323, 382)이 반영되어 작성됨을 확인하였다.

다만, 내진검증 대상이 PSAR 3.10절 내진검증기준에 따라 안전 및 비안전등급 내진범주 I급 기기에 해당하나, 사업설계지침서(기기검증 업무수행, 6.00-2)에는 내진검증 대상을 안전등급 내진범주 I급 기기에 대해서만 한정하고 있으므로, 비안

전등급 내진범주 I급 기기(화재방호계통 등)에 대한 내진검증 절차를 수립할 것을 권고하였다.(권고사항표 18-02-007 참조)

나) 내진 및 내환경 검증문서

신고리 5,6호기 안전등급 밸브, 펌프, 팬 및 열교환기는 PSAR 3장(구조물, 부품, 기기 및 계통들의 설계)에 기술된 규제요건 및 기술기준(KEPIC END, MF 등)에 따라 검증되어야 한다.

안전등급 밸브, 펌프, 팬 및 열교환기의 기기검증 문서 중 아래의 구매규격서를 표본 선정하여 기기검증(내진/내환경검증) 요건 적용의 적절성을 확인하였다.

- o Safety-Related Steel Gate&Globe Valves with Actuator, 9-145-P206A
- o Safety-Related Controlled Closure Check Valves, 9-145-P206C
- o Safety-Related Centrifugal Pumps, 9-132-N202
- o Fans, 9-152-M255B
- o Safety-Related Heat Exchangers, 9-133-N204

안전등급 밸브, 펌프, 팬 및 열교환기에 대한 구매규격서(9-145-P206A, 9-145-P206C, 9-132-N202, 9-152-M255B, 9-133-N204)는 사업설계지침서(보조기기 구매규격서 작성, 6.10-1)의 작성양식(표지, 발행현황표, 목차, 표와 보기 일람표 목록, 본문 등)에 따라 작성되었고, 사업설계지침서(기기검증 업무 수행, 6.00-2)에 따라 기기검증(내진/내환경검증) 요건(KEPIC END, MF 등)이 포함되어 작성됨을 확인하였다.

3) 기기 및 배관 재료

가) 재료 관련 인허가 요건 및 적용 기술 기준

신고리 5,6호기 안전등급 배관 설계에 적용되는 인허가 요건과 재료 관련 기술기준이 인허가 요건을 만족하는지 확인하기 위해 아래의 설계 관련 문서를 표본 선정하여 검토하였다.

- o SKN 5&6 General Design Criteria – Appendix D
- o 신고리원자력 5,6호기 사업설계지침서(KEPIC 적용지침), 6.00-1
- o 시공시방서(CP-P1)(9-195-P290)

한전기술의 SKN 5&6 General Design Criteria – App. D에는 신고리 5,6호기 설계 사업에 적용된 기술기준이 명시되어있다. 재료 관련 기술 기준을 검토한 결과, 신고리 5,6호기 PSAR에 기술된 원자력안전위원회고시 제2012-13호(전력산업

기술기준의 원자로시설 기술기준 적용에 관한 지침)에 따라 안전등급이 부여된 설비에는 전력산업기술기준(KEPIC) MN, MI, QA 2005년판 및 2006년 추록을 준용하고 있음을 확인하였다. 또한, 시공시방서(CP-P1)의 Sec. D. 3 부록 1 "Cross-Reference Table Between KEPIC and Referenced Codes & Standards"를 통해 KEPIC MN, MI, QA 적용 연도의 적절성을 확인하였다.

사업설계지침서 중 'KEPIC 적용지침'을 검토한 결과, 3.1항의 적용고시와 관련하여 해당고시인 제2012-13호, '전력산업기술기준의 원자로시설 기술기준 적용에 관한 지침'이 2016년 7월 25일자로 폐지된 지침임을 확인하였다. 한전기술의 사업설계관리절차서의 'EP-6.01. 규격, 표준 및 설계입력목록'과 신고리 5,6호기 사업설계지침서의 '6.01-1. 신규/개정 인허가요건 검토지침'에 따라 인허가 요건 적용기준일(2009.12.31.) 이후에 발행된 한국과 미국의 인허가 요건(원안위 고시, SRP 등) 제·개정 사항을 검토하고, 적용성 평가에 따라 설계에 반영하도록 되어있다. 그러나 인허가 요건 기술검토보고서를 확인한 결과, 2014년, 2015년 및 2016년 검토결과의 누락 등 법령 및 기술기준에 대한 주기적인 인허가 요건 검토가 미흡하였다. 또한, 설계관련 문서를 검토하는 과정에서, PSAR와 하위 설계 관련문서 간 인허가 요건 적용연도 불일치 사항이 있음을 확인하여 검사지적사항을 발행하였다.(검사지적사항표 18-02-036 참조)

예비안전성분석보고서에 따라 Reg. Guide에 명시된 기술기준(ASTM, ASME)의 적용년도 판이 시공시방서(CP-P1/P2)에서 사용된 동일한 기술기준의 적용년도 판과 일치하여야 하나, 아래와 같이 불일치하여 지적사항을 발행하였다.(검사지적사항표 18-02-037 참조)

기술기준	PSAR(Reg. Guide)	CP-P1/P2
ASTM C692	1971년판(RG 1.36)	2008년판
ASME B31.3	1999년판(RG 1.143)	2008년판

나) 재료 선정의 적절성

신고리 5,6호기 안전등급 설비 재료는 PSAR 5.2.3절(원자로냉각재압력경계 재료), 6.1절(공학적안전설비 재료) 및 기술기준(KEPIC MN, MD)의 관련 요건을 만족해야 한다.

재료의 선정과정은 일반설계기준(General Design Criteria, GDC)을 근거로 수립된 계통설계기준(System Design Criteria)에 기반을 두어, 배관계장도(Pipe & Instrumentation Drawing, P&ID)에 배관자재목록(Piping Design Table, PDT) 번호가 결정되며, PDT 내에 NPS 등에 따른 재료규격이 선정된다. 다만, 핵증기공

급계통(Nuclear Steam Supply System, NSSS) 재료의 경우, 계통설계기준 대신에 주설계그룹인 계통설계부서(System Designer, SD)로부터 해당 계통에 대한 연계 요건(Interface Requirement, IR)을 받아 이를 근거로 후속 업무가 수행됨을 확인하였다.

안전주입계통(SI) 배관 재료 선정에 대한 설계 관련 문서 P&I Diagram Safety Injection/Shutdown Cooling System 및 Piping Design Table And Standard Details를 표본 선정하여 검토하였다. P&ID의 SI/SC 계통의 배관 라인 중 Line No. 9-441-L-SI003-AA(안전등급 2)의 PDT(Piping Design Table) 번호는 1542-B 이며, 배관 직경이 10 in 이하인 경우, ASME SA-312 Grade TP304 or SA-376 Grade TP304(ASME Sec. III BPVC 적용이 해당되는 경우)를 사용하도록 규정하고 있다. 이 재료규격은 신고리 5,6호기 PSAR 공학적안전설비용 주요 내압재료(배관)에 해당되는 재료규격이므로, PSAR 및 관련 기술기준(KEPIC MN, MD)에 따라 적절히 선정되었음을 확인하였다.

격납건물 살수계통 열교환기 도면에 기술된 일부 재료규격과 예비안전성분석보고서(PSAR)에 적용된 공학적안전설비 내압 재료 및 살수 접촉 부위의 재료규격이 다음 같이 불일치하여 지적사항표를 발행하였다.(검사지적사항표 18-02-038 참조)

구분	PSAR	도면
공학적안전설비 내압 재료(튜브)	SA213 TP304/316 SA249 TP304/316	SA688 TP304
살수 접촉 부위 재료(노즐, 플랜지)	SA-105(도장), SA182 F316 또는 316L	SA182 F304

재료 선정과 관련된 참조원전(신한울 1,2호기) 대비 PSAR 변경사항을 검토한 결과, 신고리 5,6호기 PSAR에는 유체가속부식을 고려한 설계가 적용되었음을 확인하였다. 이에 따라 주증기 및 급수 계통의 안전등급 배관 재료 선정 시, 유체가속부식(Flow Acceleration Corrosion, FAC)을 고려한 재료 선정 여부를 점검하였다. 신고리 5,6호기 PSAR에는 주증기 및 급수 계통의 탄소강 배관에 대해서는 FAC 민감도 분석을 수행하며, 운전경험을 통하여 FAC에 민감한 부분으로 판단되는 배관은 크롬 0.1% 이상을 함유하는 스테인리스강이나 크롬-몰리 합금강을 적용한다고 기술되어있다. 선행호기 및 신고리 5,6호기의 FAC 민감도 분석 수행 결과에 따른 FAC 저항성 재료 선정 여부를 검토한 결과, 설계 관련 문서로는 해당 내용을 확인할 수 없었다. 담당자와 면담을 통해 신고리 5,6호기 FAC 민감도 분석이 진행 중임을 확인하였다. 이에 따라 신고리 5,6호기 FAC 민감도 분석 후, 그 결과를 설계관련 문서에 반영하도록 요구하였다. 동 사항과 관련, FAC 민감도

분석 결과의 설계 관련 문서 내 반영 여부, 재료 선정의 타당성에 대해 향후 추가 검토가 필요하다.

2017년도 한전기술 공급자 등 검사에서 발행된 권고사항(재질 변경 시 재료기술분야 검토 권고, 17-02-015)의 반영여부를 검토한 결과, 사업설계관리절차서 중 '사업조직의 기능 및 책임(EP-2.02)' 4.11항. '분야간 설계검토 (EP-6.16)' 3.9항 및 '공급자 설계변경요청서(EP-6.19)' 4.2.2항에 따라 재질 변경 등의 사항에 대해 한전기술 재료기술분야의 기술검토가 적합하게 수행되었음을 확인하였다.

6) 검사결과 요약

신고리 5,6호기 안전등급 기기 및 배관에 대한 설계, 기기검증, 재료 등의 적절성을 검사하였다. 주기기 지지물, 배관계통에 대한 설계사항 및 안전등급 밸브, 펌프 등의 기기검증은 PSAR 3장 및 기술기준(KEPIC MN, END 등) 요건을 만족하였고, 2차계통 기기의 배관 재료는 관련 인허가 요건 및 기술 기준(KEPIC MN)에 따라 적절히 선정되었다.

다만, 주기기 지지물 설계보고서에서 미흡한 사항이 확인되어 검사지적사항(검사지적사항표 18-02-035 참조)을 발행하였고, 2차계통 기기의 배관 재료 관련하여 PSAR와 하위 설계 관련문서 인허가 요건 적용연도가 불일치하여 검사지적사항(검사지적사항표 18-02-036 참조)을 발행하였다. 또한, 비안전등급 내진범주 I급 기기(화재방호계통 등)에 대한 내진검증 절차를 수립하도록 권고사항(권고사항표 18-02-007 참조)을 발행하였다.

다. 검토자료

1) 한국전력기술(주) 신고리 5,6호기 종합설계용역 계약서, NSKC-14P0001
2) 한국전력기술(주) 신고리 5,6호기 사업설계관리절차서(Engineering Procedures Manual), 0-030-B433-003
   - 규격, 표준 및 설계입력목록(절차서번호 : EP-6.01)
   - 설계규격서(절차서번호 : EP-6.12)
   - 설계보고서 및 기술검토보고서(절차서번호 : EP-6.14)
3) 한국전력기술(주) 신고리 5,6호기 사업설계지침서(Project Engineering Guide)
   - KEPIC 적용지침(지침서번호 : 6.00-1)
   - 기기검증 업무수행(지침서번호 : 6.00-2)
   - 기기검증 시험 참관(지침서번호 : 6.00-22)
   - 신규/개정 인허가요건 검토지침(지침서번호 : 6.01-1)

- 보조기기 구매규격서 작성(지침서번호 : 6.10-1)

4) SKN 5&6 General Design Criteria – Appendix D, 0-037-B401-001-APD

5) 신고리 5,6호기 시공시방서(CP-P1), 9-195-P290

6) Piping System Design Specification(SI/SC Piping Design Spec.), 9-441-N407-001

7) SKN 5&6 Engineering Study Report - Environmental Qualification Program of Equip. Important to Safety, 9-037-G440-001

8) SKN 5&6 Appendix 4I, Dynamic Qualification Requirements for Seismic Category I Equipment

9) Design Specification

- Reactor Vessel Supports, 9-310-C407-011
- Steam Generator Supports, 9-310-C407-012
- Pressurizer Supports, 9-310-C407-013
- Safety-Related Steel Gate&Globe Valves with Actuator, 9-145-P206A
- Safety-Related Controlled Closure Check Valves, 9-145-P206C
- Safety-Related Centrifugal Pumps, 9-132-N202
- Fans, 9-152-M255B
- Safety-Related Heat Exchangers, 9-133-N204

10) Design Report

- Reactor Vessel Supports, 9-310-C460-011
- Steam Generator Supports, 9-310-C460-012
- Pressurizer Supports, 9-310-C460-013

11) 배관계통 설계지침

- Design Guide Of OBE Elimination On Piping System Design, 9-038-P463-003
- Piping Analysis Lesson Plan, 9-038-P464-001
- ASME Code Reconciliation For Piping Stress Analysis, 9-035-P464-001

12) 기타

- Chemistry Design Guide, 9-400-000-Z-S-408-10(11B17-FS-CG110)
- Radiation Design Guide, 9-400-005-Z-S-405-10(11B17-RE-RG121-00)
- 인허가 요건 기술검토보고서, 9-037-B406-002
- P&ID, 9-441-N105-001, 9-441-400-Z-S-105-10, 9-441-400-Z-S-105-21
- Piping Design Table And Standard Details, 9-037-P443-001
- System Design Criteria, In-Containment refueling Water Storage System(IW), 9-447-N4-2-001
- Classification Criterion, 0-037-B404-001

- Shin-Kori Units 5 and 6 NSSS IR for the Safety Injection System, 11B17-FS-IR510
- Calculation Cover Sheet, 9-441-N371-001

□ 계측·전기 및 인간공학 분야

1. 계측제어분야 설계

가. 검사내용

신고리 5,6호기 안전등급 인간-기계연계계통(MMIS)-BOP 설비에 대한 설계기준서, 계통설계기준서, 계통기능설계서, 설계시방서 등의 설계문서가 관련 절차서에 따라 작성되고 관리되는지와 계측제어기기 및 계통 성능에 관한 기술내용이 관련 기술기준을 만족하고 예비안전성분석보고서(PSAR)와 일치하는지를 검토하였다. 주요 점검내용은 다음과 같다.

1) 기기검증 관리 적합성
2) 구매관리 적합성
3) 설계관리 적합성

나. 검사결과

1) 기기검증 관리 적합성(내진, 내환경 및 전자파적합성 검증 관리 적합성)

계측제어분야의 기기검증 관리의 적합성을 확인하기 위하여 설계 및 관리 문서가 전력산업기술기준 원자력 품질보증(KEPIC QAP) 요건을 만족하는지 검토하였다. 또한, 안전계통(PPS, ESFAS, RCOPS, QIAS-P 등) 캐비닛 관련 하도급 공급업체((주)두산중공업)의 기기검증계획서(신고리 5,6호기 안전계통 기기검증 절차서, Z11008-0010EQ-801C, Rev. 2)가 한국전력기술(주)의 관리 문서에 따라 적합하게 관리되는지를 검토하였다.

검토결과, 한국전력기술(주)은 전력산업기술기준 원자력 품질보증 요건에 따라 적성된 품질보증업무절차서, 사업설계지침서, 사업설계절차서, 사업설계관리절차서 등 설계 및 관리 문서를 통해서 내진 및 내환경 검증을 수행하고 관리함을 확인하였다. 또한, 하도급 공급업체의 기기검증계획서는 사업설계절차서 "공급자문서 검토 및 관리(EP-6.18)"에 따라 검토상태(Review Status), 검토기일 및 점검사항 등으로 적합하게 관리되고 있음을 표본으로 선정한 설계검토통보서(Design Review Notice) 및 Comment Resolution(공문 KHS/ES-170410M, -170424M, -180137M)을 통해 확인하였

다. 따라서 한국전력기술(주)의 기기검증 관리는 적합하다. 다만, 사업설계지침서 "기기검증 업무수행(6.00-2)", 사업설계절차서 "공급자문서 검토 및 관리(EP-6.18)" 등에 전자파적합성 검증관련 관리절차와 점검항목 등이 누락되어, 이를 시정하도록 검사지적사항표를 발행하였다(검사지적사항표 18-02-039 참조).

2) 구매관리 적합성

계측제어분야의 구매문서가 관련 절차서에 따라서 작성되고 관리되는지 확인하기 위하여 구매규격서(열확산식 계측기, 9-183-J226)를 표본으로 검토하였다. 검토결과, 구매규격서가 사업설계관리절차서 "구매규격서(EP-6.10)"에 부합되게 작성 및 관리됨을 확인하였다. 또한, 해당 구매규격서가 설계전산시스템(IPIMS)을 통해서 등록되고, 사업설계관리절차서 "분야간 설계검토(EP-6.16)"에 따라서 관련 기술분야 간에 연계검토 및 승인됨을 확인하였다. 따라서 한국전력기술(주)의 구매관리는 적합하다.

3) 설계관리 적합성

계측제어분야의 사업설계문서가 관련 절차서에 부합되게 작성되고 관리되는지 확인하기 위하여 일반설계기준서(Design Criteria Manual 7장, 0-037-B401-001), 계통설계기준서(QIAS-P, Design Report, 9-724-J402-001), 계통기능설명서(QIAS-P, System Functional Description, 9-724-J403-001), 예비안전성분석보고서(QIAS-P, 개정 3)를 표본으로 검토하였다. 점검결과, 사고감시설비관련 사업설계문서가 사업설계관리절차서 "계통설명서, 발전소지침서 및 기능분석보고서(EP-6.06)", "안전성분석보고서의 작성 및 관리(EP-6.05)", "설계보고서 및 기술검토보고서(EP-6.14)"에 부합되게 작성되고 관리됨을 확인하였다. 따라서 한국전력기술(주)의 설계관리는 적합하다. 다만, 사고감시설비의 계통기능설명서와 예비안전성분석보고서를 비교 검토한 결과, 계통기능설명서가 개정되지 않아서 검사과정 중 면담을 통하여 이를 시정하도록 조치하였다.

다. 검토자료

1) 신고리 5,6호기 사업설계관리절차서: 분야간 설계검토(EP-6.16, 개정 5)
2) 신고리 5,6호기 사업설계지침서
   - A/E-NSSS, A/E-T/G 설계연계관리절차서(6.34-1)
   - 공급자문서 세부검토(6.16-1)
3) 신고리 5,6호기 일반설계기준서(0-037-B401-001, 개정 1)
4) 신고리 5,6호기 계통설계기준서(ESF-CCS, 9-745-402-001)
5) 신고리 5,6호기 계통기능설명서(ESF-CCS, 9-745-J403-001)

6) 신고리 5,6호기 계통설계시방서(MMIS-BOP, 9-182-464-001, 개정 2)

2. 전력계통분야 설계

가. 검사내용

지난해 검사(2017.06) 후 최근 1년 내(2018.04) 추가로 발행되었거나 개정된 전력계통 설계문서 361건(추가 발행 : 233건, 개정 : 128건)의 설계 결과물들에 대한 설계프로세스 적절성을 확인하기 위하여 아래의 사항을 검토하였다.

1) 설계문서의 설계요건 및 인허가 문서와 일치성
2) 설계변경 관리의 적합성
3) 내환경검증 프로그램 및 변수보고서 설계관리 적합성

나. 검사결과

1) 설계문서의 설계요건 및 인허가 문서와 일치성

전력계통분야의 최근 1년 동안 추가로 발행된 233건(도면 : 225건, 설계계산서 : 6건, 설계보고서 : 2건)의 설계 결과물들에 대해 표본 선정한 15건(도면 : 12건, 설계계산서 : 2건, 설계보고서 : 1건)의 설계문서가 PSAR에 명시된 내용과 일치하며 적용 기술기준 및 관련 규제지침서가 설계문서에 적절히 반영되고 일치하는지를 검토하였다.

검토결과, 일반설계기준서의 전력계통 내용이 PSAR에 기술된 내용에 따라 적합하게 작성되었으며, 작성된 일반설계기준서에 따라 전력계통 설계기준서 및 기능설명서가 적합하게 작성되었음을 확인하였다. 추가로 발행된 전력계통 단선도 및 전선로 등은 PSAR에 기술된 내용과 일치하고 전력계통 설계기준서에 적합함을 확인하였다. 또한, 교류전력 및 계기용 변류기 부하분담 분석보고서(KEPCO E&C 9-800-E340-010/9-810-E342-020)는 소외전력 및 소내 주요변압기 등의 설계입력문서를 적절하게 반영하여 전력계통 해석 프로그램(ETAP)을 통한 모의시험을 수행하여 적합하게 작성되었음을 확인하였다.

2) 설계변경 관리의 적합성

지난해 검사 후 최근 1년 동안 개정된 전력계통 설계문서 127건(도면 : 123건, 설계계산서 : 2건, 설계보고서 : 2건) 중 표본 선정한 9건(도면 : 5건, 설계계산서 : 2건, 설계보고서 : 2건)의 설계문서가 관련 규제지침서 및 적용 기술기준을 적절히 반영하였는지 검토하였다.

검토결과, 사업주에 의해 도출되어 한국전력기술(주)에 설계개선이 요청된 사례로, 스위치야드설비의 조작범위에 대한 제어회로 분리 경험보고서가 스위치야드계통 기능설명서(0-880-E403-001, 개정1)에 적절히 반영하여 개정하였음을 확인하였다. 또한, 일반설계기

준서의 경우 누락된 소내전력계통 총고조파 분석에 대한 역무범위 등을 해당분야 설계요원이 도출하여 일반설계기준서(0-037-B401-001-CH9, 개정2)에 추가하여 적절히 개정하였음을 확인하였다. 그리고 표본 선정한 9건에 대해 주관부서와 분야별 소관부서에서 관련 절차서에 따라 기술검토를 적합하게 수행하여 개정하였음을 확인하였다.

3) 내환경검증 프로그램 및 변수보고서 설계관리 적합성

내환경검증 프로그램 및 변수보고서의 내용이 PSAR 3.11절의 내환경검증 기술내용에 적합하게 반영되었는지를 검토하였다.

검토결과, 최근 1년 이내 추가로 발행되었거나 개정된 전력계통의 내환경검증 관련 설계문서는 없었으며, 2014년도에 생산된 문서로 안전등급 전력케이블 내환경검증 관련 기술기준서(9-171-E241, 개정0)를 검토한 결과, 내환경검증 프로그램에 따라서 수행한 안전성관련 기기검증보고서, 환경인자와 관련된 설계분야간 검토 및 설계계산서 변수보고서 등이 적합하게 작성되었고 PSAR 3.11절에 기술된 내환경조건 등이 적합하게 작성되었음을 확인하였다.

다. 검토자료

1) 신고리5,6호기 설계기준서
   - 일반설계기준서(0-037-B401-001-CH9, 개정2)
   - 안전관련 보조전력계통설계기준서(9-820-E402-001, 개정1)
   - 안전등급 전력케이블 기술기준서(9-171-E-241, 개정0)
2) 신고리5,6호기 기능설명서
   - 스위치야드계통 기능설명서(0-880-E403-001, 개정1)
   - 보조전력계통 기능설명서(9-820-E403-001, 개정0)
3) 신고리5,6호기 설계계산서
   - AC Electric Load Monitoring(9-800-E340-010, 개정1)
   - CT Burden(9-810-E342-020, 개정1)
4) 신고리5,6호기 사업설계관리절차서
   - 설계보고서 및 기술검토보고서(EP-6.14, 개정3)
   - 분야간 설계검토(EP-6.16, 개정6)
   - 설계인터페이스 관리(EP-6.17, 개정1)
   - 공급자문서 검토 및 관리(EP-6.18, 개정3)
   - 설계, 시공 및 운전경험의 반영(EP-6.26, 개정0)
5) 신고리5,6호기 사업설계지침서
   - 기기검증 업무수행(6.00-2, 개정1)

6) 신고리5,6호기 전력계통 단서도 및 전선로 도면

- 전력계통 단선도(9-800-E140-001, 개정2 등 17건)
- 전선로 도면(9-312-E145-020, 개정1 등 5건)

3. 인간공학분야 설계

가. 검사내용

신고리 5,6호기 인간공학분야 설계문서가 관련 품질보증계획서 및 절차서에 따라 작성되고 관리되고 있는지를 확인하였으며 설계의 내용과 관리, 설계문서의 작성 및 형상관리가 예비안전성분석보고서와 일치하고 관련 인간공학 요건을 만족하는지 여부를 확인하였다. 주요 점검내용은 다음과 같다.

1) 인간공학 설계 및 관리의 적절성
2) 인간공학 설계문서 관리 및 형상관리 적절성

나. 검사결과

1) 인간공학 설계 및 관리의 적절성

신고리 5,6호기 인간공학 설계는 예비안전성분석보고서 제18장에 기술된 내용을 기반으로 "Human Factor Engineering Program Plan(문서번호; 9-750-410-001)" 문서에 따라 계획·수행되고, 각 설계조직 간 연계 활동은 "Human Factor Engineering Frame Work Report(문서번호; 9-750-429-002)"에 근거하여 수행된다. 신고리 5,6호기 종합설계는 "원자력발전소건설 종합설계용역 사업품질보증계획서(문서번호; 9-022-Q438-001)"를 적용하며, "사업품질보증업무절차서(문서번호; 9-022-Q439- 001)"에 근거하여 품질보증업무를 수행한다. 또한, "사업설계관리절차서(문서번호; 0-030-B433-003)"에 따라 설계공정 관리, 설계문서 작성 및 관리 등을 수행한다.

점검결과, 신고리 5,6호기 인간공학 설계는 계측설계분야의 인간공학팀이 설계문서(안전성분석보고서, 기술검토보고서, 도면 등)의 작성, 화면설계 등을 수행하였고, 이는 전술한 사업설계관리절차서에 따라 적합하게 이행되었음을 확인하였다. 또한, 사업설계절차서 "HFE Design and Integration(문서번호; PP-9.01)" 및 "MMIS Design and Integration(문서번호; PP-8.01)"에 근거하여 설계를 담당하는 각 조직별(한국전력기술㈜ 원자력본부, 한국전력기술㈜ 원자로설계사업단, 두산중공업㈜ 등) 인간공학 설계 결과가 적절하게 통합됨을 확인하였다.

다만, 신고리 5,6호기 사업설계절차서 "HFE Design and Integration"에 따르면, 각 설계사가 수행한 인간공학 설계결과는 주기적인 회의를 통해 현안 및 연계문서의 일관성 문제를 도출하고 해결해야 하나, 해당 절차서의 작성 시점('16.12.15) 이후 관련

회의가 개최되지 않았다. 따라서 인간공학 설계 과정에서 도출된 현안과 일관성을 확인하여 문제점을 해결하기 위한 회의를 주기적으로 수행할 것을 권고하였다.(권고사항표 18-02-009 참조)

2) 인간공학 분야 설계문서 관리 및 형상관리 적절성

예비안전성분석보고서 제18장에 기술된 12개 인간공학프로그램 요소에 대한 각각의 계획 및 결과 문서가 적합한 절차에 따라 작성되고, 개정되었는지 확인하였다. 또한, 주제어실, 원격정지실, 현장제어반 등 인간-시스템연계 설비의 설계 결과물이 적합한 절차에 따라 작성되고, 개정되었는지 확인하였다.

검토결과, 12개 인간공학프로그램 요소에 대한 계획 및 결과 문서, 주제어실, 원격정지실, 현장제어반 등 인간-기계연계 설비 설계 결과물은 "사업설계관리절차서(문서번호; 0-030-B433-003)," "분야간 설계검토(문서번호; EP-6.16)," "설계 인터페이스 관리(EP-6.17)," "공급자문서 검토 및 관리(문서번호; EP-6.18)"에 근거하여 적합하게 작성·개정되어 관리되고 있음을 확인하였다.

다만, 신고리 5,6호기에 공급되는 현장제어반은 관련 인간공학 설계지침인 "Human Factor Engineering Guideline(문서번호; 9-750-410-001)"을 반영한 구매계약서의 첨부문서인 "SKN 5&6 Appendix 4S1, 4S2, 4U, 4T"를 만족하도록 설계되어야 한다. 그러나 공급사에서 제출한 일부 현장제어반의 도면(예; Filter Handling Cask Outline Drawing, 문서번호; N217-DG-A01-01)은 명판의 크기, 제어기의 특성 등 상세 설계사항이 누락되어 구매계약서에 첨부된 설계지침에 대한 만족여부를 확인할 수가 없다. 따라서 설계단계에서 신고리 5,6호기 현장제어반 인간공학 설계의 적절성을 확인할 수 있도록 권고하였다.(권고사항표 18-02-008 참조)

다. 검토자료

1) 신고리5,6호기 인간공학 설계문서
- Human Factors Engineering Frame Work Report(9-750-J429-002, 개정1)
- MMI Design and Integration Plan(9-750-J436-001) 등
- Main Control Room System(9-722-J402-001, 개정1) 등

2) 신고리5,6호기 사업관리절차서
- MMIS Design and Integration(PP-8.01, 개정0)
- HFE Design and Integration(PP-9.01, 개정0)

3) 신고리 5,6호기 사업설계관리절차서
- 분야간 설계검토(EP-6.16, 개정5)
- 설계 인터페이스 관리(EP-6.17, 개정1)

- 공급자문서 검토 및 관리(EP-6.18, 개정3)

4) 신고리 5,6호기 현장제어반 설계도면

- Turbine Generator Building 310/70 U.S. Ton Main Crane(도면번호; 9-683-M246)
- Annunciator Window Engraving Drawings(도면번호; 0-622-J-LP01)
- Filter Handling Cask(도면번호; N217-DG-A01-01)
- Control Panel Layout and Elevation Drawing(도면번호; N223-DG-C01-01)
- Control Panel Outline Drawing(도면번호; M226-DE-B01-01)

□ 계통평가 분야

1. 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통 설계

가. 검사내용

신고리 5,6호기 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통 설계업무의 적합성을 확인하기 위해 동 계통과 관련한 설계요건서(9-463-N402-001, Rev.01), 계통기능설명서(9-463-N403-001, Rev.00) 및 계통도면이 관련 설계 절차 및 예비안전성분석보고서에 기술된 요건에 부합하는지를 확인하였다.

나. 검사결과

사용후연료저장조(Spent Fuel Pool, SFP) 냉각 및 정화계통은 사용후연료저장조에 저장된 핵연료에서 발생하는 붕괴열(Decay Heat)을 제거하고 사용후연료저장조, 이송수조 및 재장전수조 내의 이물질을 제거하여 시각적 투명성을 유지하며 저장 수 내 방사능 농도를 최대한 낮추는 기능과 적정한 수준의 수위를 유지하여 저장중인 핵연료로부터의 방사선 피폭을 차단하는 기능을 갖추어야 한다.

이와 관련, 한국전력기술(주)(KEPCO E&C A/E)의 신고리 5,6호기 사용후연료저장조 냉각 및 정화계통 설계업무 수행 적합성을 확인하기 위해 해당 설계요건서와 계통기능설명서의 설계기준 및 계통기능 설정 등에 대한 적합성을 점검하였다.

점검결과, 신고리 5,6호기의 사용후연료저장조는 2 계열(A, B)로 구성되며, 사용후연료저장조 A는 2개 영역으로 구분되어 제1영역(Region I)은 15개의 손상핵연료 및 1회의 비상노심 저장용으로 신연료나 부분 연소된 핵연료를 저장하고, 제2영역(Region II)은 최대 초기농축도 5.0 wt% U-235 최소 연소도를 가정한 사용 후 핵연료 20년 발생량을 저장하는 것으로 설계되어 있음을 확인하였다. SFP B는 제2영역(Region II)으로

만 구성되어 7년 이상 냉각된 사용 후 핵연료 40년 발생량을 저장하는 것으로 설계하는 등, 신고리 5,6호기 SFP 냉각 및 정화계통 설계요건서와 계통기능설명서는 예비안전성분석보고서에 기술된 설계요건에 부합함을 확인하였다.

다만, 신고리 5,6호기 설계기준서(9-463-N402-00, Rev.01)에는 사용후연료저장조 냉각펌프 출구(저장조 입구 측) 배관에 사이폰방지기(Siphon Breaker)를 정상수위 제한치 이하(149 ft)에 설치한다고 기술되어 있으나, 이에 대한 구체적인 설치위치, 크기, 수량 등에 대한 설계계산 근거 없이 선행호기 설계 등을 참조하여 관행적으로 3/4인치 구경의 홀(14인치 배관 당 3/4인치 구경의 홀 2개)을 상기 수위 이하의 임의 위치에 가공하여 사용하고 있음이 확인되었다. 이 홀들이 사이폰방지기로서의 기능이 적절히 유지될 수 있음을 보증할 수 있도록 사용후연료저장조 사이폰방지기(Siphon Breaker)에 대한 설계기준 수립 및 설계계산 결과를 도출하여, 해당 문서를 품질보증문서로 관리하도록 할 것을 권고하는 검사권고사항을 발행하였다(권고사항표 18-02-010 참조).

다. 검토자료

1) 신고리 5,6호기 안전성분석보고서
   - 9.1.3 “사용후연료저장조 냉각 및 정화계통”
2) 신고리 5,6호기 종합설계용역 설계지침서
   - 설계지침서 6.02, Rev.01, “설계기준서 작성”
   - 설계지침서 6.06, Rev.01, “계통설명서 작성”
3) 신고리 5,6호기 종합설계용역 설계요건서 및 계통기능설명서
   - 9-463-N402-001, Rev.01, “(Design Criteria Manual) Spent Fuel Pool Cooling and Cleanup System (FC)”
   - 9-463-N403-001, Rev.00, “(System Functional Description) Spent Fuel Pool Cooling and Cleanup System (FC)”

2. 보조급수계통 설계

가. 검사내용

신고리 5,6호기 보조급수계통 설계업무의 적합성을 확인하기 위하여 동 계통과 관련한 설계요건서(9-542-M402-001, Rev.01), 계통기능설명서(542-M403-001, Rev.00) 및 계통도면이 관련 설계 절차 및 예비안전성분석보고서에 기술된 요건에 부합하는지를 확인하였다.

나. 검사결과

보조급수계통은 소형 파단 원자로냉각재 상실사고를 포함한 비상조건에서 주급수계통을 이용할 수 없을 경우, 내진범주 I급의 급수공급원과 함께 원자로냉각재계통으로부터 열을 제거하기 위해 비상계통으로서 기능을 수행한다. 보조급수계통은 발전소를 고온 대기상태로 수 시간 동안 유지하고 운영기술지침서에 규정된 제한치를 초과하지 않는 냉각률로 잔열제거계통이 운전될 수 있는 온도 및 압력까지 원자로냉각재계통을 냉각할 수 있어야 한다.

한국전력기술(주)(KEPCO E&C A/E)의 신고리 5,6호기 보조급수계통 설계업무 수행의 적합성을 확인하기 위해 설계요건서와 계통기능설명서의 설계기준 및 계통 기능설정 등에 대한 적합성을 점검하였다.

점검결과, 보조급수계통은 증기발생기당 100% 용량 전동기구동 펌프 1대, 100% 용량 터빈구동 펌프 1대로 구성되고, 전원상실사고와 단일 능동기기 고장 시에도 설계기준 성능을 발휘할 수 있도록 비상전원과 적절한 다중성, 다양성 및 격리기능을 갖추는 것으로 설계되는 등, 예비안전성분석보고서(PSAR)에 기술된 설계기준요건에 부합하게 설계됨을 확인하였다.

다만, 보조급수펌프의 증기고착(GSI-93) 대응설계와 관련, PSAR 10.4.9절에는 “보조급수펌프의 증기고착은 보조급수펌프와 보조급수격리 역류방지밸브 사이에 위치한 온도감지기로 계속적으로 감시되고 주제어실에 경보를 제공한다.”고 기술되어 있다. 신고리 5,6호기 ‘보조급수계통 배관 및 계장도’를 검토한 결과, 역류방지밸브후단 증기발생기 측 주입관에 안전등급 온도지시계가 위치하고, 펌프와 격리밸브 사이에 비안전등급 온도지시계가 위치하도록 설계되어 있으나, ‘보조급수계통 제어 및 계장도’에는 각 펌프 유로 격리밸브와 증기발생기 전단 역류방지밸브 사이에 안전등급 온도지시계만 위치하는 것으로 설계되어 기계와 계측제어 분야 간 설계가 상호 불일치하는 것으로 확인되었다. 이와 관련하여 신고리 5,6호기 PSAR 본문에 기술된 바와 같이, “증기발생기 측 급수의 역 누설과 기화에 의한 보조급수펌프의 증기고착 징후를 신속히 파악하

고 대응이 가능하도록 보조급수펌프와 역지밸브 사이에 위치한 온도감지기가 온도변화를 지속적으로 감시하고 주제어실과 원격정지제어반에 경보를 제공"하도록 설계할 것을 요구하는 검사지적사항을 발행하였다(검사지적사항표 18-02-041 참조).

다. 검토자료

1) 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
   - 7.3절 "공학적안전설비작동계통", 그림 7.3-18 "보조급수계통 제어 및 계장도"
   - 10.4.9절 "보조급수계통", 그림 10.4.9-1 "보조급수계통 배관 및 계장도"
2) 설계관리절차서
   - EP-6.16, Rev.06, "분야간 설계검토"
3) 설계요건서 및 계통기능설명서
   - 9-542-M402-001, Rev.01, "(Design Criteria Manual) Auxiliary Feedwater System (AF)"
   - 9-542-M403-001, Rev.00, "(System Functional Description) Auxiliary Feedwater System (AF)"

3. 1차측 기기냉각수 및 기기냉각해수 계통 설계

가. 검사내용

신고리 5,6호기 1차측 기기냉각수계통 및 1차측 기기냉각해수계통 설계업무의 적합성을 확인하기 위해 동 계통과 관련한 설계요건서, 계통기능설명서 및 계통도면의 적합성을 검토하고, 관련 설계 절차 및 예비안전성분석보고서에 기술된 요건에 부합하는지를 점검하였다.

나. 검사결과

1차측 기기냉각해수계통(ESWS)은 발전소 모든 운전 단계에서 1차측 기기냉각수열교환기(ESW HX)에 냉각용 해수를 공급하는 기능을 가지며, 1차측 기기냉각수계통(CCWS)은 정지냉각계통을 비롯한 1차측 계통의 다양한 열 부하를 기기냉각수열교환기를 통하여 제거하는 기능을 갖는다.

한국전력기술(주)(KEPCO E&C A/E)의 신고리 5,6호기 CCWS와 ESWS 설계업무 수행 적합성을 확인하기 위해 동 계통의 설계요건서(9-461-N402-001, Rev.01; 9-462-N402-001, Rev.00)와 계통기능설명서(9-461-N403-001, Rev.01; 9-462-N403-001, Rev.00)의 설계기준 및 계통 기능설정 등에 대한 적합성을 점검하였다.

점검결과, ESWS는 ESW HX에 정상운전 시 최고 설계온도가 28.59℃(83.46°F)인 냉각수를 공급하고, 설계기준사고 시에는 최고 설계온도 33.01℃(91.42°F)인 냉각수를 공급하도록 설계되고, CCWS는 설계기준사고 시 기기냉각수열교환기(CCW HX)의 출구 온도가 18.33℃(65°F)이상, 43.33℃(110°F) 이하로 유지될 수 있도록 하며, 기기의 단일 고장으로 인해 CCWS 고유기능이 손상되지 않도록 설계되어, 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서(PSAR)에 기술된 설계기준요건에 부합함을 확인하였다. 상기 정상운전 시 최고 해수온도는 PSAR에 기술된 온도보다 0.1℃를 상향 조정하는 것이나 이것은 건설허가 변경 신청되어 심사 중인 사항이며, 기후온난화 효과 등을 고려해 볼 때 보수적으로 설정된 것이므로 공학적으로 타당한 것으로 판단된다.

그러나 ESWS와 CCWS 설계기준서와 기능설명서 내용 중에는 다음과 같은 미비점이 확인되어 현장에서 시정 조치하도록 요구하였다.

- ESW HX 출구 측 공통관 이후의 유출 해수 : 당해 호기와 다른 호기의 순환수 출구 측 도관을 통해 방출 (인접 호기의 도관을 사용하는 것으로 보이므로 내용을 명확히 할 것)
- CCW HX 출구 측 온도감지기 위치 : '열교환기 출구 공통관'과 '열교환기 출구 노즐'로 혼용 (내용을 명확히 기술할 것)

또한, 다음과 같은 ESWS와 CCWS 설계기준서와 기능설명서 간의 설계기준서 (9-461-N402-001, Rev.01) 4.1절의 CCW HX 용량 등 설계제원과 신고리 5,6호기 PSAR 표9.2.2-4 "계통기기 설계제원"간의 불일치사항이 확인되어 검사지적사항을 발행하였다.(검사지적사항표 18-02-042 참조)

다. 검토자료

1) 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
   - 표 9.2.2-4 "계통기기 설계제원"
2) 신고리 5,6호기 종합설계용역 사업설계관리절차서
   - EP-6.02, Rev.01, "설계기준서 작성"
   - EP-6.06, Rev.01, "계통설명서 작성"
3) 설계요건서 및 계통기능설명서
   - 9-461-N402-001, Rev.01, "(Design Criteria Manual) Component Cooling Water System (CC)"
   - 9-461-N403-001, Rev.00, "(System Functional Description) Component Cooling Water System (CC)"
   - 9-462-N402-001, Rev.01, "(Design Criteria Manual) Essential Service Water System (SX)"
   - 9-462-N403-001, Rev.00, "(System Functional Description) Essential Service Water System (SX)"

4. MOV AOV 설계기준성능분석 및 성능확인시험 결과평가

가. 검사내용

신고리 5,6호기 전동기구동밸브(MOV), 공기구동밸브(AOV)의 '설계기준 성능분석'과 '설계기준 성능확인시험결과 평가' 업무의 적합성을 확인하기 위해 한국전력기술(주)(KEPCO E&C A/E) '설계기준분석보고서'와 '설계기준 성능확인시험결과 평가보고서'가 안전성분석보고서, 전력산업기술기준(KEPIC, 2005년판 MOC, MON-1) 및 원자력안전위원회고시 제2016-14호에 기술된 MOV, AOV '설계기준 성능확인 시험' 요건에 부합하는지를 확인하였다.

나. 검사결과

한국전력기술(주)(KEPCO E&C A/E)의 신고리 5,6호기 MOV, AOV '설계기준성능분석'과 '설계기준 성능확인시험결과 평가' 업무에 대한 적합성을 점검하였다.

점검결과, KEPCO E&C A/E에서는 MOV와 AOV의 계통 설계기준 분석, 쓰러스트 및 토크 분석, 전기제어 분석(AOV의 경우 설계기준 설정치 분석), 구동기 성능 분석, 취약부 분석, 설계기준 여유도 분석(보고서 9-037-N428-101～6, 9-037-N464-101～6)을 한수원(주)의 표준기술행정지침서(표준지침-9043-05 등)에 따라 수행하여 한수원(주)에 제출하였고, '설계기준 성능확인 시험' 결과는 On-Line으로 한수원(주)의 데이터베이스에 접속하여 한수원(주) 표준기술행정절차서(표준지침-9043-36, 표준지침-9043-16)에 따라 'AOV 종합평가' 및 'MOV 설계기준 최종평가'를 수행하고 결과보고서를 발행하는 것으로 업무가 수행되고 있음을 확인하였다.

그러나 본 MOV, AOV '설계기준 성능확인 시험' 결과평가는 시험을 통하여 확인된 밸브 구동기들의 성능이 '설계기준 성능분석' 내용과 일치하는 것인지 확인하는 것으로, 밸브의 주요 부품이 정비되거나 반출되어 변경되는 경우 이러한 내용도 설계분석에서 고려되어야 한다. 이에 따라 "MOV(전동기구동밸브)와 AOV(공기구동밸브)의 설계기준성능분석 및 확인시험결과평가 업무에 대한 설계지침"을 작성하여, '설계기준성능분석보고서' 발행 후 사용전 시험 과정에서 밸브의 성능에 중요한 영향을 미치는 부품이 교체되거나 정비되었을 때 이를 확인하여 '설계기준성능분석보고서'에 반영(Feedback)하도록 하는 절차를 수립하여 관리하도록 할 것을 권고하는 검사권고사항을 발행하였다.(권고사항표 18-02-012 참조)

다. 검토자료

1) 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

- 3.9.3.2절 “펌프와 밸브의 작동성 보증”
- 3.9.6.2절 “안전성관련 밸브의 시험”
- 3.9.6.2.1.1절 “전동기구동밸브의 설계 및 검증요건”
- 3.9.6.2.2.1절 “동력구동밸브에 대한 설계 및 검증요건”

2) 신고리 5,6호기 종합설계용역 설계관리절차서 및 설계지침서

- EP-6.14, Rev.03, “설계보고서 및 기술검토보고서”
- EP-6.15, Rev.03, “설계계산서”
- 설계지침서 6.00-11, Rev.00, “압력잠김/열고착 밸브 선정 및 조치”
- 설계지침서 6.00-22, Rev.00, “기기검증시험 참관”

3) 한수원(주) 표준기술행정절차서

- 표준지침-9043-36, “AOV 종합평가”
- 표준지침-9043-16, “MOV 설계기준 최종평가”

4) 설계기준분석보고서

- 9-037-N428-101, Rev.A, “모터구동밸브 계통설계기준 분석보고서”
- 9-037-N428-102, Rev.A, “모터구동밸브 쓰러스트 및 토크 분석보고서”
- 9-037-N428-103, Rev.A, “모터구동밸브 전기제어 분석보고서”
- 9-037-N428-104, Rev.A, “모터구동밸브 구동기성능 분석보고서”
- 9-037-N428-105, Rev.A, “모터구동밸브 취약부 분석보고서”
- 9-037-N428-106, Rev.A, “모터구동밸브 설계기준 여유도 분석보고서”
- 9-037-N464-101, Rev.A, “공기구동밸브 계통설계기준 분석보고서”
- 9-037-N464-102, Rev.A, “공기구동밸브 요구쓰러스트 및 토크 분석보고서”
- 9-037-N464-103, Rev.A, “공기구동밸브 구동기성능 분석보고서”
- 9-037-N464-104, Rev.A, “공기구동밸브 취약부 분석보고서”
- 9-037-N464-105, Rev.A, “공기구동밸브 설계기준 여유도 분석보고서”
- 9-037-N464-106, Rev.A, “공기구동밸브 설계기준 설정치 분석보고서”

5. 주증기계통 설계

가. 검사내용

한국전력기술(주)(KEPCO E&C A/E)이 수행한 신고리 5,6호기 주증기계통 과도상태 분석 설계에 대한 열수력학적 설계 적합성 검토를 통해 신고리 5,6호기 주증기계통 설계의 적합성을 검토하였다.

나. 검사결과

한국전력기술(주)(KEPCO E&C A/E)은 신고리 5,6호기 터빈정지밸브(Turbine Stop Valves, TSVs)의 급속 닫힘으로 인해 유발되는 급격한 동적부하와 과도상태 유동이 주증기계통 배관에 미치는 영향을 평가하기 위하여 신고리 5,6호기 주증기계통 과도상태 분석 계산서(9-521-M366-001, Rev.00)를 작성하였다. 주증기계통의 열수력학적 거동은 RELAP5/MOD3.1 전산 프로그램을 사용하였고, RELAP5/MOD3.1 프로그램의 결과물에서 유동에 의해 유발된 응력(Flow induced forces)에 대한 계산은 PREPREF-DEC와 REFORC-DEC 전산프로그램으로 수행하였음을 확인하였다.

전산프로그램의 결과물을 이용하여 설계를 수행할 경우 사업설계관리절차서 EP-4.07 (전산 소프트웨어 관리) 절차서에 따라 등록 및 관리하고, 해당 전산프로그램 결과값의 정확성과 일관성 등을 확인 및 검증하는 절차를 수행한 후 사용하여야 한다. RELAP5/MOD3.1에 대한 등록 및 관리기록을 검토한 결과, EP-4.07 절차서에서 요구하는 '전산 소프트웨어 사용시험 기록서', '소프트웨어 사용중 시험 결과 평가서' 등이 적합하게 작성되었음을 확인하였다. PREPREF-DEC와 REFORC-DEC 전산프로그램에 대한 등록 및 관리도 EP-4.07 절차서에 따라 적합하게 수행되었음이 확인되었다. RELAP5/MOD3.1에 대한 소프트웨어 확인 및 검증 보고서 (E-W-NU-440-03.1/DC-SVVR-01, Rev.01)를 검토한 결과, 계통 내의 압력, Void fraction 등의 열수력학적 변수에 대한 RELAP5/MOD3.1 계산결과와 실험데이터(Edward's Pipe Experiment)가 전체적으로 일치함이 확인되어 전산프로그램에 대한 확인 및 검증이 적합하게 수행되었음을 확인하였다. REFORC-DEC에 대한 소프트웨어 확인 및 검증 보고서(E-W-NU-440-01.1/DC-SVVR-01, Rev.01)를 검토한 결과, RELAP5/MOD3.1로 계산한 배관 내의 압력, 밀도 등 열수력학적 결과값으로 REFORC-DEC 매뉴얼이 제공하는 뉴턴의 운동방정식을 사용하여 수계산한 동하중 값과 REFORC-DEC 코드가 계산한 동하중 값이 서로 일치함이 확인되어 설계 소프트웨어에 대한 확인 및 검증이 적합하게 수행되었음을 확인하였다. PREPREF-DEC에 대해서는 개발사가 제공한 사용자 매뉴얼을 검토한 결과, PREPREF-DEC는 별도의 연산기능이 없이 RELAP5/MOD3.1의 결과값

을 REFORC-DEC 프로그램에서 요구하는 초기 입력값 양식으로 출력하는 프로그램이므로 설계 소프트웨어 확인 및 검증 대상이 아님을 확인하였다.

주증기계통 과도상태 분석 계산서(9-521-M366-001, Rev.00)의 설계 프로그램 입력값의 적합성을 검토한 결과, TSVs 급속 닫힘 발생 전 주증기계통 정상상태 유동조건에서 산정된 주증기 압력값(996.8 psia)은 핵증기공급계통 연계요건서(11B17-FS-IR310, Rev.02)에서 제시한 최대 주증기압력(1,013 psia, 원자로출력 100%)과 RELAP5/MOD3.1이 계산한 TSVs/TBVs 전단의 압력값(980.5 psia)의 평균값으로 산정되었다. RELAP5/MOD3.1이 계산한 TSVs/TBVs 전단 압력값(980.5 psia)은 증기발생기 노즐에서의 최대 주증기압력(1,013 psia), 최대 증기 유량율(18.8×10^6 lb/hr)을 초기 조건으로 하여 증기발생기 노즐과 TSVs/TBVs 사이 배관에서의 압력손실 등을 고려하여 산정되었음을 확인하였다. 계통의 초기 정상상태조건에서의 주증기 압력값을 증기발생기 노즐 출구 최대 압력값(1,013 psia)과 배관 압력손실 등을 고려한 TSVs/TBVs 전단 압력값(980.5 psia)의 평균값으로 산정한 것은 주증기 유동특성을 고려할 때 공학적으로 타당한 것으로 판단된다. 산정된 주증기 압력값을 기준으로 증기의 엔탈피, 비체적 등 설계변수가 적합하게 산정되었음을 확인하였다. 또한, 증기발생기 공급사인 두산중공업(주)에서 제공한 VWO(Valve Wide Open) 조건에서의 최대 증기 유량율(18.8×10^6 lb/hr)을 주증기 유량율로 적용한 것은 설계의 보수성을 고려할 때 적합한 것으로 판단된다.

TSVs 급속 닫힘 이후 터빈우회밸브(Turbine Bypass Valves, TBVs) 개방 전까지의 계통 과도상태에서 주증기계통 배관에 가장 큰 유동 유발 응력이 발생되므로 산정된 TBVs 개방 지연시간의 적합성을 검토하였다. TSVs의 급속 닫힘 이후 TBVs 개방 직전까지의 지연시간을 계산하기 위해 고려한 증기우회계통(Steam Bypass Control System, SBCS)과 공정제어계통(Process Control System, PCS)의 처리 지연시간은 해당 계통의 설계요건을 적합하게 적용하여 산정되었음을 확인하였다. TBVs 개방시간도 솔레노이드 가압시간, 유압식 계전기 동작시간, 실제 밸브 Stem의 동작시간 등을 고려하여 적합하게 산정되었음을 확인하였다. 상기와 같이 주증기 압력, 유량율, TBS주증기계통 과도상태 분석 계산서에서 설정한 전산프로그램 초기 입력값이 적합하게 산정되어 설계 전산프로그램의 계산결과는 공학적으로 충분한 신뢰도를 확보하고 있는 것으로 판단된다. 따라서 KEPCO E&C A/E가 수행한 신고리 5,6호기 주증기계통 과도상태 분석 설계는 적합한 것으로 판단된다.

다. 검토자료

1) 설계해석서

- 9-521-M366-001, Rev.00, “Main Steam System Transient Analysis”

2) 연계요건서

- 11B17-FS-IR310, Rev.02, “NSSS Interface Requirements for Main Steam and Feedwater Systems”

3) 설계기준서

- 9-521-M402-001, Rev.01, “Main Steam System(MS) Design Criteria Manual”
- 9-521-M403-001, Rev.01, “Main Steam System(MS) Design Criteria Manual”

4) 구매규격서

- 9-184-J232B, Rev.01, “Control Valves for Safety-Related & Severe Service”
- 9-182-J213, Rev.00, “MMIS-BOP System”

5) 설계 입력문서

- 9-521-M403-001, Rev.00, “Main Steam System Functional Description”
- DIT-P-0005-00, “신고리 5,6호기 원자로건물 내 MS, FW 및 AF 계통의 Analytical Isometric Drawings”
- DIT-P-0010-00, “신고리 5,6호기 보조건물 내 MS, FW 및 AF 계통의 Analytical Isometric Drawings”
- DIT-P-0011-00, “신고리 5,6호기 터빈건물 내 MS, FW 및 AF 계통의 Analytical Isometric Drawings”
- KRD/ES-170024M, “신고리 5,6호기 터빈트립 시 Turbine Bypass Valve 동작 관련 설계정보 제공 요청에 대한 회신”
- KTC/ES-170012M, “신고리 5,6호기 Turbine Stop Valve 관련 설계정보 제공”, 두산중공업(주)

6) 전산프로그램 확인&검증 보고서

- E-W-NU-440-03.1/DC-SVVR-01, Rev.01, “RELAP5/MOD3.1 Software Verification and Validation Report”
- E-W-NU-440-01.0/DC-SVVR-01, Rev.01, “REFORC-DEC Software Verification and Validation Report”
- PRE 03.7.482-1.0/REF 3.7.483-1.0, Rev.01, “PREPREF-DEC/REFORC-DEC User Manual”

7) 신고리 5,6호기 종합설계용역 사업설계관리절차서

- EP-4.07, Rev.04, “전산 소프트웨어 관리”
- EP-6.15, Rev.03, “설계계산서”

6. 화재방호계통 설계

가. 검사내용

신고리 5,6호기 화재방호계통의 설계를 위한 설계기준서, 계통설명서, 설계계산서 등의 설계문서를 검토함으로써 화재감지 및 경보설비, 화재진압설비에 대한 설계의 적합성을 검사하였다.

나. 검사결과

신고리 5,6호기 화재방호계통의 설계를 위한 설계기준서, 계통설명서, 설계계산서 등의 설계문서에서 화재감지 및 경보설비, 화재진압설비에 대한 기술내용이 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서(PSAR)와 일치하고, 관련 요건을 만족하는지를 검토하였다.

신고리 5,6호기 화재감지 및 경보설비에 대한 설계기준서(9-691-M402-001, Rev.01)를 검토한 결과, 동 설비에 대한 설계사항이 예비안전성분석보고서의 기술사항과 일치하고, 원자력 관계법령 및 관련 기술기준에 따라 설계되도록 작성되어있음을 확인하였다. 또한 한국전력기술(주)의 사업설계관리지침서(EP-6.15-7)에 따라 화재감지 및 경보설비에 대한 상세설계를 위한 용역이 입찰진행 중임을 확인하였다. 추후 상세설계에 따른 설계계산서 및 설계도면 등의 관련 설계사항에 대해서 적합성 검토를 수행하여야 한다. 신고리 5,6호기 화재진압설비에 대한 설계기준서(9-691-M402-001, Rev.01), 계통설명서(9-691-M403-001, Rev.00) 및 설계계산서(9-691-M360-001, Rev.00)를 검토한 결과, 설계기준서(9-691-M402-001, Rev.01)와 계통설명서(9-691-M403-001, Rev.00)의 수계 및 가스계 소화설비에 대한 설계사항이 예비안전성분석보고서(9.5.1) 및 관련 요건을 만족하도록 작성되어있음을 확인하였다. 다만, 계통설명서(9-691-M403-001, Rev.00)의 청정소화약제 소화설비에 대한 공기압력시험의 세부사항(압력유지시간 및 허용압력강하)이 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서(9.5.1.5.2)의 관련 사항과 불일치됨[예비안전성분석보고서(10분, 8 psi)와 계통설명서(9-691-M403-001, Rev.00)(24시간, 1.5 psi)]이 확인되어 검사지적사항을 발행하였다.(검사지적사항표 18-02-040 참조) 검사지적사항을 통하여 해당 설비의 공기압력시험 사항이 문서간의 불일치되는 원인파악 및 재발방지 대책을 수립하고, 관련 문서(계통설명서와 예비안전성분서보고서)의 내용을 일치하도록 수정할 것을 요구하였다. 신고리 5,6호기의 가스계 소화설비 중 저압 이산화탄소 소화설비를 다른 소화설비로 대체하는 변경사항이 현재 진행 중임을 확인하였다. 해당 변경사항에 따라 추후 화재방호계통의 관련 설계문서가 변경될 예정이며, 변경된 설계문서에 근거하여 상세설계가 진행될 예정임을 확인하였다. 또한 수계 소화설비의 설계

계산서(9-691-M360-001, Rev.00)는 한국전력기술(주)의 사업설계관리 지침서에 따라 선행원전(신한울 1,2호기)을 참고하여 설계면적 및 살수밀도에 대한 입력자료를 기반으로 소화수펌프 및 스프링클러 소화설비 등의 계산이 적합하게 수행되었으며, 추후 용역을 통해 수행되는 상세설계에 따라 해당 설계계산서를 개정할 예정임을 확인하였다.

다. 검토자료

1) 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
   - 9.5.1절 "화재방호프로그램"
2) 설계기준서 및 계통설명서
   - 9-691-M402-001, SDC, Rev.01, "Fire Protection System(FP)"
   - 9-691-M403-001, SFD, Rev.00, "Fire Protection System(FP)"
   - 9-691-M418-001, FAS, Rev.00, "Fire Protection System(FP)"
   - 9-838-E402-001, DCM, Rev.01, "Fire Detection & Alarm(FD)"
3) 설계계산서
   - 9-691-M360-001, Rev.00, "Fire Protection System(FP)"
   - 9-691-M361-001, Rev.00, "Fire Protection System(FP)"

□ 품질평가 분야

1. 조직

가. 검사내용

신고리 5,6호기 종합설계 용역사업과 관련하여 품질에 영향을 주는 업무를 수행하는 자의 권한과 의무가 명확하게 문서로 규정되었는지 여부, 품질보증업무를 수행하는 자가 안전성확보를 위하여 필요하다고 판단하는 경우에 비용과 공정에 관계없이 그 사항을 직접 경영층에 직접 보고하고, 품질문제의 제기, 품질문제에 대한 해결방안의 제시 및 해결방안의 이행여부를 확인할 수 있도록 충분한 권한과 조직상의 독립성이 부여되어 있는지 여부를 검사하였다.

나. 검사결과

신고리 5,6호기 종합설계 업무 수행자의 권한과 의무는 원자력발전소 건설 종합설계 용역의 사업품질방침, 사업품질보증계획서 제1장(조직) 및 그림1-1(사업관련 회사 기본

조직도)에 명확하게 기술되어 있음을 확인하였다. 또한, 신고리 5,6호기 종합설계 용역 사업 품질확인 업무를 수행하는 부서장인 사업품질보증책임자는 경영층인 품질안전환경처장에게 주요 품질문제를 보고하며, 품질보증부서 조직 및 담당자는 비용과 공정으로부터 독립되어 품질확인업무를 수행하고 있음을 확인하였다. 2017년도 한국전력기술(주)에 대한 공급자 등 검사 시 시정을 요구한 '품질보증요원의 교육 및 자격관리에 대한 책임사항 누락'의 시정여부를 확인한 결과, 품질보증팀장의 책임사항으로 규정하여 시정조치 되었음을 확인하였다.

다. 검토자료

1) 사업품질보증계획서(EQAPM, 개정6), 제1장 조직(개정10)
   - 그림 1-1 : 사업관련 회사 기본 조직도
   - 그림 1-2 : 사업운영 조직도
2) 사업품질보증업무절차서(EQAP, 개정4)
3) 부서별 분장 업무

2. 품질보증 계획

가. 검사내용

신고리5,6호기 종합설계 품질보증계획이 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙에 부합하도록 수립되어 있는지, 사업품질보증계획의 유효성 평가가 적절히 수행되는지, 품질 관련 업무 수행자에 대한 교육훈련 및 자격인정 부여 등이 전력산업기술기준(KEPIC QAP-1) 등의 관련 세부요건을 만족하는지를 검사하였다.

나. 검사결과

원자력발전소건설 종합설계용역 사업품질보증계획서(EQAPM, Engineering QA Program Manual)에는 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙에 규정된 원자력품질보증 18개 요건별로 제1장(조직)부터 제18장(품질보증감사)까지 품질보증요건이 순서대로 기술되어 있으며, 그 요건에 대한 세부사항 및 이행 절차는 사업품질보증업무절차서(EQAP, Engineering QA Procedures)에 기술되어 있고, 사업품질계획서의 적합성 및 유효성평가에 대한 사항은 사업품질보증계획서 제2장에 기술되어 있는 것을 확인하였다. 또한, 종합설계 시 수행되는 품질보증업무인 품질보증요원의 자격관리, 교육훈련, 품질보증감사자 자격부여 및 관리, 사업품질보증계획의 평가 등에 대한 이행을 위한 절

차가 품질경영업무절차서 및 사업품질보증업무절차서 형태로 수립되어 있음을 확인하였다.

품질보증계획서 제2장 2.6항에 명시된 직원 교육훈련에 관한 요건에 따르면 품질관련 업무는 적절한 자격을 가진 직원에 의해 수행되어야 하고, 이들에게는 사업 품질보증계획 요건, 업무 책임과 권한, 관련 절차서 및 기준 등에 대한 교육훈련을 실시하여야 한다. 2017년도 교육실적을 점검한 결과, 사업품질보증업무절차서 2.3(교육훈련)과 사업설계관리절차서 3.02(교육훈련)에 따라 매년 품질보증요원 및 사업수행요원에 대한 기본교육 및 계속교육, 기술부서/사업부서의 분야별 교육계획을 수립하여 교육을 실시하였음을 확인하였다. 감사자 또는 선임감사자에 대한 교육은 품질경영팀장이, 품질보증요원의 기본교육은 품질보증팀장이, 품질보증요원의 계속교육은 사업품질보증책임자의 책임 하에 교육을 실시하였고, 교육훈련 참석자 기록이 적절히 유지·관리되고 있음을 확인하였다.

품질보증 감사자 및 선임감사자의 자격부여에 대한 절차는 품질경영업무절차서(품경 3.3) 및 사업품질보증업무절차서(2.4)에 상세히 기술되어 있고, 품질안전환경처 소속 자격부여자 중 감사자 1인 및 선임감사자 1인에 대한 자격부여 현황을 확인한 결과, 감사자는 품질업무 경력 2년 이상, 선임감사자는 감사자로서 최근 3년 이내에 최소 5회 이상 감사에 참여한 자를 선정하고 있고, 매년 정기 평가를 실시하여 자격 유효성 여부를 평가하고 있으며, 이는 KEPIC QAP-1의 품질보증감사자 자격요건을 충족하고 있음을 확인하였다.

사업품질보증계획에 대한 적합성 및 유효성이 연간단위로 평가되고, 그 결과가 경영진에게 보고되는지 여부를 점검한 결과, 사업품질보증계획서 및 관련 사업품질보증업무절차서에 따라 2017년도 품질보증계획 적합성 및 유효성 평가를 수행(2018. 1월) 하였으며, 그 주요내용은 (1) 품질보증감사 결과, (2) 품질경향 분석 결과, (3) 외부기관 품질보증감사 수감결과, (4) 전년도 품질보증계획 평가결과 및 조치사항의 처리결과, (5) 품질관련 문서검토 결과, (6) 적용 Codes & Standards의 제개정 혹은 변경 등의 정보 등이었다. 동 평가결과는 품질안전환경처장 승인을 거쳐 사장으로부터 품질보증에 관한 책임과 권한을 위임받은 본부장에게 보고하였음을 확인하였다.

다. 검토자료

1) 사업품질보증계획서(EQAPM, 개정10)
   - 제2장 품질보증계획(개정7)
2) 사업품질보증업무절차서(EQAP, 개정7)
   - 2.2 사업품질보증계획의 평가(개정2)
   - 2.3 교육 및 훈련(개정1)

- 2.4 품질보증감사자 자격부여 및 관리(개정1)

3) 사업설계관리절차서: 교육훈련(EP-3.02, 개정4)

4) 품질경영업무절차서: 3.3 감사자·선임감사자 자격부여 및 관리(개정16)

5) 2017년 교육훈련 실적(교육내용/참석자 기록 포함)

6) 선임감사자/감사자 자격발급 현황 및 자격평가서(자격번호 : QA-NLA-201302, QA-A-201602)

7) 2017년도 품질보증계획 적합성 및 유효성 평가보고서 (2018.1월)

3. 설계관리

가. 검사내용

신고리 5,6호기 종합설계와 관련하여 구조물 · 계통 및 기기에 필요한 관련 기술기준과 설계기준이 시방서·도면·절차서 및 지시서에 반영될 수 있도록 품질기준을 설계서류에 명시하고, 품질기준에 부적합한 사항에 대한 관리방안이 수립되며, 설계참여 조직간 관계서류의 검토·승인·발행·배포 및 개정 절차가 수립되어 있는지를 검사하였다.

나. 검사결과

신고리5,6호기 종합설계에 관한 품질보증은 사업품질보증계획서의 제3장 설계관리, 사업설계관리절차서의 세부절차에 따라 수행되고 있음을 확인하였다. 사업설계관리절차서 중 사업수행요원의 자격관리절차(EP-2.4, 개정4)에 대한 이행여부를 확인한 결과, 절차서 7.1.1항에는 직위자 직무역량 검증서 작성, 검토, 승인까지 기술부서장 혹은 사업책임자가 하도록 되어 있으나, 동 절차서의 2.0 책임사항에는 기술부서장 혹은 사업책임자는 검토, 승인만 하도록 되어 있어 실제 업무수행과 절차서 내용이 일치하도록 절차서를 보완하도록 하였다. 2017년도 검사지적사항(17-02-062)으로 도출된 '설계문서에 대한 작성 및 승인 미흡' 건에 대한 시정조치 내용을 확인한 결과, 설계규격서가 권한이 부여된 자가 승인하도록 관련 교육을 실시하는 등 재발방지 대책을 적절히 시행하였음을 확인하였다. 원자로계통 설계단계에서 설계참여 조직간의 공유영역 관리상태를 점검한 결과, 설계관리절차서와 설계연계관리절차서에 비공식적으로 교환되는 경우를 포함하여 설계참여 조직 간의 정보 교환내역을 문서화하도록 되어 있고, 이에 따라 문서화가 이행되고 있음을 확인하였다. 설계관리에 대한 검사결과, 설계서류인 설계시방서에 품질기준이 명시되어 있고, 설계조직간 관계서류 검토 · 승인 · 발행 · 배포 및 개정 절차 등이 기술되어 있으며, 이에 따라 제반 설계관리 업무가 이행되고 있으며, 이는 KEPIC QAP-1 등의 관련 요건을 만족함을 확인하였다.

다. 검토자료

1) 사업품질보증계획서(EQAPM, 개정10)
   - 제3장 설계관리(개정5)
2) 사업설계관리절차서
   - 설계규격서(EP-6.12, 개정4)
   - 설계보고서 및 기술검토 보고서(EP-6.14, 개정2)
   - 설계계산서(EP-6.15, 개정3)
   - 분야간 설계검토(EP-6.16, 개정5)
   - 설계인터페이스 관리(EP-6.17, 개정1)
   - 설계확인(EP-6.23, 개정2)
   - 사업 설계문서 검토 절차서(EQAP 3.1, 개정1)
3) 설계검토통보서 (Design Review Notice)
   - 신고리 5,6호기 ITT for N232, 신고리 5,6 CFVS Filter Specification
   - 신고리 5,6호기 SDC for WX system
4) 사업품질보증업무절차서
   - 사업설계문서 검토 (개정6)
5) 신고리 5,6호기 종합설계계약서 (계약번호 NSKC-14P0001)
   - III. 부록, 6. 품질보증

4. 구매품목 및 용역의 관리

가. 검사내용

신고리 5,6호기 종합설계 용역사업과 관련하여 공급자에 대한 평가 및 선정, 객관적인 품질증빙서류의 제출 및 검토, 공급자에 대한 검사 및 공급자가 인도한 품목 및 용역의 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

신고리 5,6호기 종합설계 용역사업에 대한 공급자 평가 및 선정, 입찰서 평가 등 구매계약 전 예비공급자에 대한 평가를 적절히 수행하는지 여부를 확인하기 위하여 사업품질보증계획서, 사업품질보증업무절차서, 사업설계관리절차서 등을 검토한 결과, 관련

요건에 따라 관리 절차를 적절히 수립하였음을 확인하였다. 금년에 계약 체결된 신고리 5,6호기 CW/ESW 취수구조물 수리 모형실험(Deltales) 하도급 발주계약 체결 건에 대해 검토한 결과, 품질보증능력 문서평가서 및 계약전·후 품질보증계획서 검토의견서 등이 사업설계관리절차서인 발주용역 관리(EP-2.09, 개정0)에 따라 품목이나 용역을 구매하기 전에 예비 공급자를 평가하여 선정하고, 계약 전 평가 시 나타난 품질 불만족 사항은 계약 체결 이전에 해결하거나 업무진행 중 해결할 수 있는 사항에 대하여는 공식적인 약속을 받아 적절히 처리하고 있음을 확인하였다. 또한, 공급자 품질증빙서류의 제출 및 검토 절차와 관련 검토기록을 확인한 결과, 공급자로부터 객관적인 품질증빙서류를 제출받아 검토하는 절차를 적절히 수립하여 이행하고 있음을 확인하였다. 신고리 5,6호기 관련 설계용역은 2018년 5월 현재 모든 설계용역 공급자가 해당 설계용역을 수행하고 있는 중이며 최종 설계결과물이 한국전력기술㈜에 아직 제출된 상태가 않아 공급자에 대한 검사 및 인도한 품목 및 용역의 검사 결과를 확인할 수 없었다. 또한, 안전성 관련 품목 및 용역을 제공하는 공급자에 대해 적절한 품질보증요건을 부여하고 공급자에 대한 정기적 평가를 위해 품질보증감사 등을 수행하는 절차를 적절히 수립하였음을 확인하였으며, 2018년도에 하도급계약자 수행업무 평가를 위해 정기감사를 수행한 '신고리 5,6호기 비내진건물 배관설계용역'(삼의공영, Q-18-원부-01-ER)의 품질보증감사보고서를 검토한 결과, 감사범위, 적용요건 및 관련문서, 감사팀 구성, 감사결과 평가 및 시정조치요구 등이 관련 절차에 따라 적절히 이행, 평가하고 있음을 확인하였다.

다. 검토자료

1) 사업품질보증계획서(EQAPM, 개정6), 제7장 구매품목 및 용역의 관리(개정5)
2) 사업품질보증업무절차서(EQAP)
   - 7.1 BOP 공급업체 품질보증계획 검토(개정5)
   - 7.2 하도급업체 품질보증능력·계획 평가(개정3)
3) 사업설계관리절차서: 발주용역 관리(EP-2.09, 개정0)
4) 신고리5,6호기 하도급 발주 현황 목록
   - 신고리 5,6호기 비내진건물 배관설계용역
   - 신고리 5,6호기 공조배치설계 도면작성용역
   - 신고리 5,6호기 내진건물 배관설계 및 배관 내진검증 용역
5) 품질보증능력 문서평가서
   - 신고리 5,6호기 CW/ESW 취수구조물 수리 모형실험(Deltales)
   - 신고리 5,6호기 CW/ESW 취수구조물 수리 모형실험(HR Wallingford)
6) 계약전·후 품질보증계획서 검토의견서 및 점검표
7) 품질보증계획서 시정조치 검토의견 통보서(KES/XI-180006L,2018.05.21)

8) 공급자 품질보증감사 수행 계획서 및 보고서
- 감사번호: Q-18-원부-01-ER, Q-18-원부-02-ER

5. 시험관리

가. 검사내용

신고리 5,6호기 종합설계 용역사업과 관련하여 사용되는 전산소프트웨어에 대한 시험관리가 품질보증요건을 적용한 사업품질보증계획서 및 설계관리절차서에 따라 이행되고 있는지 여부를 검사하였다.

나. 검사결과

신고리 5,6호기 종합설계 업무용으로 사용된 전산소프트웨어 관리를 위해 사업품질보증계획서(제11장 시험관리) 및 설계관리절차서(전산소프트웨어 관리, 4.07)를 수립하여 운용하고 있음을 확인하였다. 한국전력기술(주)의 시스템에 등록되어 신고리 5,6호기 종합설계용역 사업용으로 사용되는 소프트웨어는 관련 절차에 따라 사업용 소프트웨어 목록을 작성하여 분야책임자, 기술부서장의 승인을 득한 후 사용되고 있었다.

또한, 전산소프트웨어가 다른 컴퓨터에 설치되거나 운영시스템 및 하드웨어의 변경이 발생하면 해당 소프트웨어 성능의 정확성 및 일관성을 확인하기 위해 사용 중 시험(In-Use Test)을 실시하여 소프트웨어 사용시험 기록서와 소프트웨어 사용중 시험 결과평가서를 관련 절차에 따라 분야책임자, 전산담장자의 확인을 득한 후 사용하고 있었고, 각각에 대하여 소프트웨어 검증결과서를 합격판정의 근거서류로써 관리하고 있음을 확인하였다.

다. 검토자료

1) 사업품질보증계획서(EQAPM, 개정6), 제11장 시험관리(개정5)
2) 사업설계관리절차서: 전산소프트웨어 관리(EP-4.07, 개정11)
3) 신고리 5,6호기 종합설계용역 사업용 소프트웨어 목록 : 전기기술, 원자력 기술 등
4) 전산프로그램 인증시험 기록서 및 사용시험 기록서
5) 소프트웨어 검증서/등록서
6) 소프트웨어 사용중 시험 결과평가서

6. 불일치품목의 관리

가. 검사내용

구매문서 요건에 의해 공급업체에서 발생한 불일치 사항이나 사업주가 발견한 불일치사항의 처리구분이 "현상태사용" 또는 "보수(수리)"로 결정되어 한국전력기술(주)로 기술검토 의뢰된 사항에 대한 관리절차를 수립하고, 이에 따라 이행하는지 여부를 검사하였다.

나. 검사결과

한국전력기술(주)은 현장에서 발행된 불일치사항의 처리구분이 "현상태사용" 또는 "보수(수리)"로 결정되어 한국전력기술(주)의 설계 검토, 평가 및 승인을 요하는 사항을 처리 및 관리하기 위하여 사업설계관리 절차서에 '현장 요청/보고서'절차를 수립하여 운영하고 있음을 확인하였다. 검사팀은 2018년에 현장에서 한국전력기술(주)로 기술검토 의뢰된 NCR 17건 중 4건을 표본 선정하여, 기술검토 처리과정의 적절성을 점검하였다. 점검 결과, 주관 기술분야의 검토 담당자는 현장조건, 관련 설계기준 및 요건을 고려하여 기술적 인 적합성을 검토하였으며, 주관기술분야 책임자는 불일치사항의 원인이 설계오류인 경우, 설계오류의 원인분석 및 재발방지를 위해 CR(Condition Report) 또는 설계개선사항 등록여부를 결정하고, 관련 절차에 따라 처리하고 있음을 확인하였다. 다만, 현장설계변경요청서, 공급자현장설계변경요청서, 시운전현장보고서의 처리, 불일치품목 처리에 대한 절차가 1개의 절차서로 수립되어 있어, 각각의 항목에 대한 상세 이행내용에 불일치가 발생할 가능성이 있으므로 이에 대한 절차 개선을 구두로 권고하였다.

다. 검토자료

1) 사업품질보증계획서 (EQAPM, 개정10), 제15장 불일치 품목의 관리(개정4)
2) 사업설계관리절차서: 현장 요청서/보고서 (EP-6.20, 개정3)
3) NCR(4건) : KKK/ES-180017M-E, -180064M-C, -180171M-C, -180206M-C

7. 시정조치

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.

나. 검사결과

한국전력기술(주)은 품질위배사항을 즉시 식별하고 시정조치를 수행할 수 있도록, 사업품질보증업무절차서에 '시정조치요구서의 작성 및 관리', '중대 품질위배사항의 처리' 절차를 수립하였고, 사업설계관리절차서에 '시정조치프로그램', '중대결함의 처리'절차를 수립하여 운영하고 있음을 확인하였다. 검사팀은 사내·외에서 도출된 품질위배사항에 대한 시정조치를 확인하기 위하여 2017년에 수행된 내부 품질보증감사 및 외부 감사 결과를 확인한 결과, 외부 감사 결과로 도출된 시정요구서(규제기관 지적사항 포함)에 대해 원인 분석, 재발장지조치를 포함한 시정조치 결과가 문서화 되어 관리되고 있음을 확인하였다. 다만, 내부 품질보증감사에서 도출된 시정조치요구서에 대해 시정조치 책임부서가 시정조치결과를 기한 내 회신하지 않고, 기한을 미 준수한 사유 및 처리계획을 제출하고 있지 않아 이에 대한 시정을 요구하였다.(검사지적사항표 18-02-043 참조)

한편, 중대한 품질위배사항에 대해서는 원인 분석, 재발방지조치, 조치확인, 시정조치 결과 문서화 및 관련 책임자 보고 절차가 수립되어 있었으며, 현재까지 신고리5,6호기 관련한 중대한 품질위배사항은 발생하지 않았음을 확인하였다. 다만, '중대 품질위배사항의 처리'절차서와 '중대결함의 처리'절차서 간 일부 중복되는 내용이 있음에도, 각각의 책임사항 및 처리절차에 상이한 부분이 있어 이에 대한 절차서 개선을 권고하였다. (권고사항표 18-02-011 참조)

다. 검토자료

1) 사업품질보증계획서 (EQAPM, 개정10), 제16장 시정조치(개정5)
2) 사업품질보증업무절차서(EQAP)
   - 16.1 시정조치요구서의 작성 및 관리(개정5)
   - 16.2 중대 품질위배사항의 처리(개정3)
3) 사업설계관리절차서
   - 시정조치프로그램 (EP-3.06, 개정2)
   - 중대결함의 처리 (EP-6.30, 개정0)
4) 사내·외 시정조치요구서: CAR No. CAR-SK56-018, -019, -020, -021

8. 감사

가. 검사내용

품질보증계획의 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 확인하는지를 검사하였다.

나. 검사결과

품질 관련 업무가 품질보증계획의 요건에 일치하는지를 확인하고 그 유효성을 확인하기 위한 품질감사에 대한 절차와 방법이 사업품질보증계획서 및 사업품질보증업무절차서에 규정되어 있음을 확인하였으며, 해당 품질보증감사 및 감사자 자격인증 절차가 관련 법령 및 KEPIC QAP-1의 품질보증감사 요건에 적합하게 수립되어 있음을 확인하였다. 또한, 내·외부 조직에 대한 감사계획 수립 및 그 이행상태를 확인하기 위하여 2017년도 품질감사 실시 결과를 확인한 결과, 2017년도에는 신고리5,6호기 종합설계용역에 대한 내부 품질보증감사(2017.11.20-11.24) 결과, 시정조치요구서 4건, 관찰사항 3건이 발행되어 적절히 조치되었음을 확인하였다. 품질보증감사를 수행한 감사반의 소속 및 자격인증기록을 확인한 결과, 감사대상 업무로부터 독립된 유자격감사자가 품질보증감사를 적절히 수행하였음을 확인하였다. 감사팀장을 맡는 선임감사자 3명에 대한 자격요건을 확인한 결과, 감사팀장은 사업품질보증책임자 급으로 선정되며, 해당 교육을 이수하고, 경력요건이 충족되어 자격요건에 충분한 자격을 소지한 자들임을 확인하였다. 품질보증감사 결과가 서류화되어 경영층에 보고하고 있는지를 확인하기 위하여 품질보증감사보고서와 품질보증계획 적합성 및 유효성 평가 보고서를 검토한 결과, 감사결과를 경영층(사업본부장)에 보고하고 있음을 확인하였다. 또한, 감사지적사항에 대한 후속조치는 시정조치이행보고서로 적절히 관리되고 있음을 확인하였다.

다. 검토자료

1) 사업품질보증계획서(EQAPM, 개정6), 제18장 품질보증감사(개정4)
2) 사업품질보증업무절차서(EQAP)
   - 18.1 사업품질보증감사(개정3)
   - 2.4 품질보증감사자 자격부여 및 관리(개정1)
3) 품질경영업무절차서: 3.3 감사자·선임감사자 자격부여 및 관리(개정16)
4) 2018년도 사내·외부 품질보증감사 계획
5) 선임감사자 자격인증서(QA-NLA-201302)
6) 감사자 자격인증서(QA-A-201602)

□ 기타 분야

1. 안전관련설비 계약신고

가. 검사내용

원자력안전법 제15조의2(안전관련설비 계약신고)에 따른 안전관련설비 계약신고를 적기에 수행할 수 있도록 이행체계가 구축되어 있는지 여부와 실제 계약된 내용이 신고된 내용과 일치하는지 여부를 검사하였다.

나. 검사결과

안전관련설비 계약신고 체계에 대해서는 2015년 11월에 수행된 공급자 등 검사에서 기 확인된 바 있다. 한국전력기술㈜는 사업자인 한국수력원자력㈜와의 계약 요건에 따라 설계업무와 관련하여 타 업체와 하도급 계약을 체결할 경우, 안전관련설비 계약신고 체계를 이행하고 있음을 확인하였다.

신고리 5,6호기 건설원전 안전관련설비 설계를 위한 하도급 계약은 동 사항이 계약체결일로부터 30일 이내에 모두 적절히 신고되었음을 확인하였다.

다. 검토자료

1) 신고리5,6호기 안전등급 관련 설비 하도급 계약현황(2018년 6월 현재)

2. 부적합사항 보고

가. 검사내용

원자력안전법 제15조의3(부적합사항 보고) 및 원자력안전위원회 고시 제2017-33호(부적합사항 보고에 관한 규정)에 따른 부적합사항 보고 체계가 적절히 수립되어 이행되고 있는지 여부를 검사하였다.

나. 검사결과

한국전력기술㈜은 원자력안전법 제15조의3(부적합사항 보고) 및 원자력안전위원회 고시 제2017-33호(부적합사항 보고에 관한 규정)에 따라 '부적합사항 보고' 절차서를 수립하여 운영하고 있음을 확인하였다. 불일치 사항이 발견될 경우 해당 불일치의 부적합사

항 가능성 여부를 평가하고 부적합사항의 가능성이 있으면 자체 부적합사항 평가위원회의 심의를 통해 부적합여부를 평가하여 부적합으로 판정 시, 부적합사항 평가책임자는 원자력 본부장 및 사장에고 보고하고 늦어도 다음 근무일 이내에 부적합사항 보고서를 원자력안전위원회에 제출하도록 절차화 되어 있음을 확인하였다.

검사팀은 부적합사항에 대한 평가 및 보고 등의 이행상태를 확인하기 위하여, 2017년 이후 현재까지 발행된 31건의 CR(Condition Report) 중 6건을 표본 추출하여 점검하였다. 점검결과 발행된 CR에 대해서, 불일치사항의 중요도별 시정조치 수준을 평가하는 CR 심의위원회에서 심의하는 과정을 거쳤으며, 등급별 분류를 통해 부적합 해당 여부를 확인하고 있음을 확인하였다. 다만, 표본 추출한 6건의 CR을 포함하여 현재까지 발행된 31건의 CR 모두 부적합사항 가능성이 없는 것으로 판정되어 신고리5,6호기 종합설계용역 관련한 부적합사항 보고 사례는 없음을 확인하였다.

다. 검토자료

1) 사업품질보증계획서 (EQAPM, 개정10), 제16장 시정조치(개정5)
2) 사업설계관리절차서
   - 시정조치프로그램 (EP-3.06, 개정2)
   - 부적합사항 보고(EP-3.07, 개정2)
3) CR(6건) : 11B15-CR-18-S-001, 11B15-CR-18-C-001, 11B15-CR-17-N-001, 11B15-CR-17-E-001, 11B15-CR-17-C-001, 11B15-CR-18-C-004

(공백)

IV. 적용 기준 및 산업 표준

○ 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙

○ 원자력안전위원회 고시
- 제2016-13호, 원자로시설의 품질보증 세부요건에 관한 기준
- 제2017-19호, 원자력시설의 검사지적사항 처리에 관한 규정
- 제2017-21호, 원자로시설의 안전등급과 등급별 규격에 관한 규정
- 제2017-32호, 원자로시설 안전관련설비의 공급자 등 검사에 관한 규정
- 제2017-33호, 부적합사항의 보고에 관한 규정

○ 인허가 및 관련 서류
- 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

○ 전력산업기술기준(KEPIC)
- ENB-6210, 전기1급 전력계통 설계
- ENB-1100, 안전계통 설계
- END-1100, 전기1급 기기검증
- END-2000, 전기1급 내진검증
- MD, 재료
- ME, 비파괴검사
- MN, 원자력기계
- MF, 원전기계기기 성능검증
- MO, 원전 가동중시험
- MQ, 용접
- SN, 원자력구조
- STB, 지진해석 및 내진성능 평가
- QAP, 원자력품질보증

(공백)

부록. 검사지적사항 및 권고사항표

구분	제 목	관리번호
지적 (10)	예비안전성분석보고서와 설계문서 간 불일치	18-02-034
	원자로용기 측면지지물에 대한 방사선 환경조건 설계검토 미흡	18-02-035
	설계 인허가 요건에 대한 제·개정 사항 검토 미흡	18-02-036
	기술기준 적용년도 판 불일치	18-020-037
	격납용기 살수계통 열교환기 재료 규격 불일치	18-02-038
	전자파적합성검증 관리절차 미흡	18-02-039
	청정소화약제 소화설비의 공기압력시험에 대한 문서간의 불일치	18-02-040
	1차측기기냉각수 안전성분석보고서와 설계기준서 내용 불일치	18-02-041
	보조급수계통 역류방지감시설비 설치관련 설계문서 불일치	18-020-42
	시정조치요구서 처리 미흡	18-02-043
권고 (6)	비안전등급 내진범주 I급 기기 내진검증 절차 수립 권고	18-02-007
	현장제어반의 인간공학 설계 적절성 확인 권고	18-02-008
	인간공학 설계결과 검토 및 평가를 위한 회의 수행 권고	18-02-009
	사용후연료저장조 냉각수 배관 사이폰방지기 설계기준 확보 및 관리 권고	18-02-010
	절차서 간 불일치 개선 권고	18-02-011
	MOV, AOV 설계기준성능분석 및 확인시험결과평가 업무절차 수립권고	18-02-0‘2

(공백)

검사지적사항표

①관리번호	1	8	-	0	2	-				②검사종별	1	0	-	02	③지적유형		0	4
④수검기관	1	4	한국전력기술(주)							⑤원자로분류	1	7	5	6	⑥검사대상		1	8
⑦검 사 자	안전해석실 이종혁(서명) 안전해석실 최용원(서명)									⑧검사일자	. . .				⑨발급일자		. . .	
⑩수 검 자	핵설계분야책임자 최형규(서명)									⑪요구일자	. . .				⑫종결일자		. . .	
⑬제 목	**예비안전성분석보고서와 설계문서 간 불일치**																	

⑭지적내용

신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서(PSAR)는 설계문서(계산서)에 근거하여 작성되어야 함. 그러나 주급수계통 배관 파단 사고 선량평가 계산서(9-035-N374-022) 및 증기발생기 전열관 파단 사고 선량평가 계산서(9-035-N374-004)에 기술된 입력값 및 평가결과가 PSAR에 기술된 내용과 일치하지 않음.

<불일치사항의 예: 주급수계통 배관파단 사고 시 소외선량 평가 결과>

		사고 전 요오드 분출 가정 시 소외선량(mSv)		사고 후 요오드 분출 가정 시 소외선량(mSv)	
		PSAR	계산서	PSAR	계산서
제한구역경계	갑상선	5.44E+00	1.34E+00	4.17E+00	1.24E+00
	전신	1.19E-02	6.28E-03	1.25E-02	6.14E-03
저인구지대	갑상선	7.56E-01	3.24E-01	1.05E+00	5.31E-01
	전신	2.85E-03	2.26E-03	3.49E-03	2.55E-03

⑮지적근거

1. 한국전력기술(주) 사업설계관리절차서(0-030-B433-003)
   EP-6.05 안전성분석보고서의 작성 및 관리(개정 2)
      5.0 안전성분석보고서 질의답변과 안전성분석보고서 개정
         5.1.4 만약 특정질의에 대한 최종 답변서에 따라 안전성분석보고서의 개정이 필요하다면, ~ 개정해야 한다. 또한 그에 따른 설계문서의 변경이 필요한 경우에는 관련 설계문서의 변경절차에 따라 개정해야 한다.
2. 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
3. 선량평가 계산서
   - Dose Cal. (Accident) S/G Tube Rupture Dose (9-035-N374-004, Rev. 3)
   - Dose Cal. (Accident) Main Feedwater Line Break (9-035-N374-022, Rev. 2)

⑯시정요구내용

1. 상기 지적된 불일치 사항에 대한 조치결과를 제출할 것.
2. 모든 설계기준사고 선량평가 계산서에 대해 유사사례를 조사하여 조치할 것.

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

검사지적사항표

①관리번호	1	8	-	0	2	-				②검사종별	1	0	-	02	③지적유형		0	4		
④수검기관	1	4	한국전력기술㈜							⑤원자로분류	1	7	5	6	⑥검사대상		0	1		
⑦검 사 자	기계재료평가실 이상민(서명)									⑧검사일자	. . .				⑨발급일자		. . .			
⑩수 검 자	구조설계분야책임자남윤호(서명)									⑪요구일자	. . .				⑫종결일자		. . .			
⑬ 제 목	**원자로용기 측면지지물에 대한 방사선 환경조건 설계검토 미흡**																			

⑭지적내용

신고리 5,6호기 원자로용기 측면지지물 설계규격서(9-310-C407-011)에는 방사선 환경조건을 고려하여 설계하도록 규정되어 있으나, 원자로용기 측면지지물 설계보고서(9-310-C460-011) 등에는 방사선 환경조건을 고려한 설계검토 결과가 제시되어 있지 않음.

⑮지적근거

1. 한전기술 사업설계관리절차서(0-030-B433-003)
   가. 설계규격서(EP-6.12)
      ○ 3.1.1 ASME Sec. III, Div. 1(KEPIC MN) 설계규격서에는 다음 사항들이 포함되어야 한다.
         - 방사선을 포함한 환경조건
   나. 설계보고서 및 기술검토보고서(EP-6.14)
      ○ 3.1.1 한기는 EP-6.12에 따라 작성된 ASME Sec. III 또는 KEPIC MN & SN 설계규격서(이하 '설계규격서'라 한다)에 규정된 (…중략…) 설계보고서를 작성한다.
2. 원자로용기 측면지지물 설계규격서(9-310-C407-011)
   ○ 403.2 Component supports shall be designed (…중략…) radiation environment that exists during normal operation.
3. 원자로용기 측면지지물 설계보고서(9-310-C460-011)

⑯시정요구내용

신고리 5,6호기 원자로용기 측면지지물 설계규격서에 규정된 바와 같이 환경조건 등을 고려한 설계검토 결과를 설계보고서(또는 기술검토보고서)에 반영할 것.

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

검사지적사항표

①관리번호	1	8	-	0	2	-				②검사종별	1	0	-	02	③지적유형		0	4
④수검기관	1	4	한국전력기술㈜							⑤원자로분류	1	7	5	6	⑥검사대상		1	8
⑦검 사 자	기계재료평가실 송명호(서명) 기계재료평가실 김진겸(서명)									⑧검사일자	. . .				⑨발급일자		. . .	
⑩수 검 자	인허가분야책임자 손상배(서명)									⑪요구일자	. . .				⑫종결일자		. . .	
⑬ 제 목	**설계 인허가 요건에 대한 제·개정 사항 검토 미흡**																	

⑭지적내용

한국전력기술(주)의 신고리 5,6호기 사업설계지침서 중 신규/개정 인허가요건 검토지침(6.01-1)에는 인허가 요건을 주기적으로(연 1회) 검토하도록 규정하고 있음. 그러나 아래 표의 (1)과 같이 2014년 이후의 인허가 요건이 검토되지 않았고, 예비안전성분석보고서(PSAR)와 한전기술 설계관련 문서 간 인허가 요건 적용연도 불일치 사항((2),(3))이 확인되었음.

	PSAR	인허가 요건	한전기술 적용사항	비고
(1)	1.2.4.1	원안위고시 제2012-13호	원안위고시 제2013-08호	'16년 폐지 고시
(2)	6.6.1	원안위고시 제2014-16호	(사업설계지침6.27-5, 부록1) 원안위고시 제2012-10호	PSAR과 불일치
(3)	3.6.2.1.4 .1.3.1	경수로형 원전 안전심사지침 부록 3.6.2-1, 2009년판 (SRP 3.6.2, 2007년판)	(CP-P1, D.8.N) BTP MEB 3-1(SRP 3.6.2, 1981년판)	PSAR과 불일치

⑮지적근거

1. 한전기술 사업설계관리절차서(0-030-B433-003) - 규격, 표준 및 참고자료(EP-6.01)
   ○ 5.1 사업책임자는 사업수행 중 개정 또는 신규 제정된 규격 및 표준을 식별하여 주기적으로 기술부서에 사업적용성 평가를 의뢰한다.
2. 한전기술 신고리원자력 5,6호기 사업설계지침서 - 신규/개정 인허가요건 검토지침(6.01-1)
   ○ 5.2.1 인허가분야책임자는 5.1항에 따라 업데이트된 검토결과를 포함하여 인허가요건 적용기준일(2009. 12. 31) 이후에 발행된 모든 신규/개정 인허가요건에 대한 검토결과를 기술검토보고서 형태로 연 1회 발행하여야 한다.

⑯시정요구내용

신고리 5,6호기 사업설계지침서에 규정된 바와 같이 신규/개정 인허가 요건을 주기적으로 검토하여 적용성 여부를 평가하고, 적용이 필요한 인허가 요건에 대해서는 예비안전성분석보고서와 관련 문서 간 적용연도를 일치시킬 것.

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

검사지적사항표

①관리번호	1	8	-	0	2	-				②검사종별	1	0	-	02	③지적유형		0	7
④수검기관	1	4	한국전력기술(주)							⑤원자로분류	1	7	5	6	⑥검사대상		1	8
⑦검 사 자	기계재료평가실 김진겸*(서명)* 공급자QAPM 오규명*(서명)*									⑧검사일자	. .				⑨발급일자		. .	
⑩수 검 자	기술조정책임자 박윤수*(서명)*									⑪요구일자	. .				⑫종결일자		. .	
⑬ 제 목	**기술기준 적용년도 판 불일치**																	

⑭지적내용

예비안전성분석보고서에 따라 Reg. Guide에 명시된 기술기준(ASTM, ASME)의 적용년도 판이 시공시방서(CP-P1/P2)에서 사용된 동일한 기술기준의 적용년도 판과 일치하여야 하나, 아래와 같이 불일치함.

기술기준	PSAR(Reg. Guide)	CP-P1/P2
ASTM C692	1971년판(RG 1.36)	2008년판
ASME B31.3	1999년판(RG 1.143)	2008년판

⑮지적근거

신고리 5, 6호기 예비안전성분석보고서

- ASTM C692 : 표 1.8-1(39중 7), Reg. Guide 1.36
- ASME B31.3 : 표 1.8-1(39중 27), Reg. Guide 1.143

⑯시정요구내용

살수계통 튜브, 살수측 플랜지, 노즐 등에 대해 적용된 재료규격의 불일치에 대한 원인을 검토하여 그 결과를 제출하고, 관련문서 간 불일치 사항을 일치시킬 것.

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

검사지적사항표

①관리번호	1	8	-	0	2	-				②검사종별	1	0	-	02	③지적유형		0	4
④수검기관	1	4	한국전력기술(주)							⑤원자로분류	1	7	5	6	⑥검사대상		0	7
⑦검 사 자	공급자QAPM 오규명(서명) 기계재료평가실 김진겸(서명)									⑧검사일자	. . .				⑨발급일자		. . .	
⑩수 검 자	핵설계분야책임자 최형규(서명)									⑪요구일자	. . .				⑫종결일자		. . .	
⑬ 제 목	**격납용기 살수계통 열교환기 재료 규격 불일치**																	

⑭지적내용

격납건물 살수계통 열교환기 도면에 기술된 일부 재료규격과 예비안전성분석보고서(PSAR)에 적용된 공학적안전설비 내압 재료 및 살수 접촉 부위의 재료규격이 불일치함.

구분	PSAR	도면
공학적안전설비 내압 재료(튜브)	SA213 TP304/316 SA249 TP304/316	SA688 TP304
살수 접촉 부위 재료(노즐, 플랜지)	SA-105(도장), SA182 F316 또는 316L	SA182 F304

⑮지적근거

1. 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서
   - 표 6.1.2 냉각재상실사고시 노심냉각수 또는 원자로건물살수와 접촉하는 공학적안설비 구조재료, 단조품 : SA105(도장) SA182 F316, F316L
   - 표 6.1.1 공학적안전설비용 주요 내압재료, 튜브 : SA213 TP304/316, SA249 TP304/316
2. DongHwa Entec, General arrangement drawing for CS heat exchanger (N204-DG-A01-01)

⑯시정요구내용

1. 살수계통 튜브, 살수측 플랜지, 노즐 등에 대해 적용된 재료규격의 기술적 타당성에 대한 결과를 제출할 것.
2. 상기와 관련하여 예비안전성분석보고서 개정안을 제시할 것.

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

검사지적사항표

①관리번호	1	8	-	0	2	-				②검사종별	1	0	-	02	③지적유형			0	3	
④수검기관	1	4	한국전력기술(주)							⑤원자로분류	1	7	5	6	⑥검사대상			1	9	
⑦검 사 자	계측전기평가실 주재율(서명)									⑧검사일자	. . .				⑨발급일자			. . .		
⑩수 검 자	기기검증분야책임자 왕찬식(서명)									⑪요구일자	. . .				⑫종결일자			. . .		
⑬ 제 목	**전자파적합성검증 관리절차 미흡**																			

⑭지적내용

안전관련 계측제어계통의 전자파적합성은 관리절차에 따라서 검증되어야 하며, 상세검토사항 등은 사업설계지침서 “기기검증 업무수행(6.00-2)”에 따라 문서화되어 관리되어야 함. 또한, 공급자를 통해 설계 및 제작되는 안전관련 계측제어계통의 전자파적합성은 사업설계지침서 “공급자문서 세부 검토(6.18-1)”에 따라 검증되고 관리되어야 함. 그러나 상기 두 종류의 사업설계지침서에는 안전관련 계측제어계통의 전자파적합성 검증을 위한 관리절차가 포함되어 있지 않음.

⑮지적근거

- 전력산업기술기준 ENB 1100(IEEE 603-1998)

  4.0 안전계통 설계기준(Design Basis)

  원자력 발전소의 각 안전계통 별로 특정한 설계기준을 수립하여야 한다. (중략), 최소한 다음 사항들을 명시하여야 한다.

  (중략)

  (7) 안전계통이 수행해야 할 정상, 비정상, 또는 사고 조건에서의 제어전원과 환경요인(예, 전압, 주파수, 방사선, 온도, 습도, 압력, 진동 및 전자기 장해)의 과도상태 조건 및 정상상태 조건의 범위

- 안전관련 계측 및 전기기기의 전자파 장해에 대한 검증(KINS/RG-N03.09, 개정 2)

⑯시정요구내용

1. 전자파적합성 검증절차를 수립하여 관리 지침서에 반영하고, 이에 따라 검증을 수행하여 그 결과를 문서화 할 것.

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

검사지적사항표

①관리번호	1	8	-	0	2	-				②검사종별	1	0	-	02	③지적유형		0	8
④수검기관	1	4	한국전력기술(주)							⑤원자로분류	1	7	5	6	⑥검사대상		1	9
⑦검 사 자	계통평가실 이심원(서명)									⑧검사일자	18. 05. 29.				⑨발급일자		. . .	
⑩수 검 자	기계설계분야책임자 황보곤(서명)									⑪요구일자	. . .				⑫종결일자		. . .	
⑬ 제 목	**청정소화약제 소화설비의 공기압력시험에 대한 문서간의 불일치**																	

⑭지적내용

청정소화약제 소화설비의 공기압력시험 사항(압력유지시간, 허용압력강하)에 대해서 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서(10분, 8 psi)와 계통설명서(9-691-M403-001)(24시간, 1.5 psi)의 관련 내용이 서로 불일치함.

⑮지적근거

1. 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

9.5.1.5.2 청정소화약제계통

1) 압력시험

배관은 공기압으로 2.81 kg/cm^2(40 psig)에서 10분 동안 시험된다. 10분이 경과된 후 압력강하가 시험압력의 20% 이상 초과되면 안 된다.

2. 계통설명서(System Functional Description, (9-691-M403-001))

4.1.5 Clean Agent Suppression System

4.1.5.2 The dry piping system will be tested in accordance with Section 4.1.3.3

4.1.3.3 The Interim air test will be conducted as follows:

An air pressure leakage test at 2.8 kg/cm^2(40 psi) shall be conducted for 24 hours and any leakage that results in a loss of pressure in excess of 0.105 kg/cm^2(1.5 psi) for the 24 hour shall be corrected.

⑯시정요구내용

1. 지적내용에 대해서 문서간의 불일치되는 원인을 파악하고, 재발방지대책을 수립할 것. 또한 그 결과에 따라 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서와 계통설명서의 관련내용을 일치하도록 수정할 것

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

검사지적사항표(제3조제1항 관련)

①관리번호	1	8	-	0	2	-				②검사종별	1	0	-	02	③지적유형		0	6
④수검기관	1	2	한국전력기술(주)							⑤원자로분류	1	7	5	6	⑥검사대상		1	1
⑦검 사 자	계통평가실 고창석(서명)									⑧검사일자	18. 05. 31				⑨발급일자		18. 06.	
⑩수 검 자	계측제어설계분야책임자 이한철(*서명*)									⑪요구일자	18. 08. 31				⑫종결일자		. .	
⑬ 제 목	**보조급수계통 역류방지감시설비 설치관련 설계문서 불일치**																	

⑭지적내용

PSAR 10.4.9절에 “보조급수펌프의 증기고착은 보조급수펌프와 보조급수격리 역류방지밸브 사이에 위치한 온도감지기로 계속적으로 감시되고 주제어실에 경보를 제공한다.”고 명기되어 있으나, ‘보조급수계통 배관 및 계장도(PSAR 그림 10.4.9-1)’에는 역류방지밸브 후단 증기발생기 측 주입 관에 안전등급 온도감지기가 위치하고 있고, 펌프와 격리밸브 사이에는 비안전등급 온도감지기가 위치하도록 설계되었음.

또한, ‘보조급수계통 제어 및 계장도(PSAR 그림 7.3-18)’에는 각 펌프 유로 격리밸브와 증기발생기 전단 역류방지밸브 사이에 안전등급 온도감지기만 위치하는 것으로 설계되어, 상기 본문과 도면들의 내용이 상호 불일치함.

⑮지적근거

1. 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서(PSAR)
   - 7.3절 “공학적안전설비작동계통”, 그림7.3-18 “보조급수계통 제어 및 계장도”
   - 10.4.9절 “보조급수계통”, 그림10.4.9-1 “보조급수계통 배관 및 계장도“
2. 신고리 5,6호기 종합설계용역 사업설계관리절차서
   - 6.16(분야간 설계검토) 6.3절 “주관 분야책임자는 해당 사업기술문서 승인 전에 모든 간섭사항이 해결되고 사업기술문서에 반영되었음을 확인하고, 설계검토통보서에 서명한다.”

⑯시정요구내용

1. 보조급수펌프의 증기고착 대응설계와 관련, 보조급수펌프와 역지밸브 사이에 위치한 온도감지기가 “온도변화를 지속적으로 감시하고 주제어실과 원격정지제어반에 경보를 제공”하기에 적합한 것이 되도록 설계문서 간 불일치를 시정할 것.

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

검사지적사항표(제3조제1항 관련)

①관리번호	1	8	-	0	2	-				②검사종별	1	0	-	02	③지적유형		0	6
④수검기관	1	2	한국전력기술(주)							⑤원자로분류	1	7	5	6	⑥검사대상		1	1
⑦검 사 자	계통평가실 고창석(서명)									⑧검사일자	18. 05. 31				⑨발급일자		18. 06.	
⑩수 검 자	핵계분야책임자 최형규(서명)									⑪요구일자	18. 08. 31				⑫종결일자		. .	
⑬ 제 목	1차측기기냉각수 안전성분석보고서와 설계기준서 내용 불일치																	

⑭지적내용

신고리 5,6호기 종합설계용역 사업설계지침서에는 “설계기준서의 내용은 안전성분석보고서, 환경영향평가서 등 인허가관련 문서와 상치되거나 모순되지 않아야 한다.”고 명시되어 있으나, PSAR(개정3) 표 9.2.2-4의 ‘계통기기 설계제원’ 내용이 설계기준서(9-461-N402-001)의 내용과 불일치함.

⑮지적근거

1. 신고리5,6호기 종합설계용역 사업설계지침서
   - 6.02-1(설계기준서 작성) 2.1항 “설계기준서의 내용은 안전성분석보고서, 환경영향평가서 등 인허가관련 문서와 상치되거나 모순되지 않아야 한다.”
2. 신고리5,6호기 예비안전성분석보고서(PSAR) 표9.2.2-4 “계통기기 설계제원”
3. 신고리5,6호기 종합설계용역 설계기준서
   - 9-461-N402-001, “(Design Criteria Manual) Component Cooling Water System (CC)”

⑯시정요구내용

1. PSAR 표 9.2.2-3(계통기기 설계제원)과 설계기준서 9-461-N402-001 (Component Cooling Water System)의 불일치를 수정할 것.

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

검사지적사항표

①관리번호	1	8	-	0	2	-				②검사종별	1	0	-	02	③지적유형			0	4	
④수검기관	1	4	한국전력기술(주)							⑤원자로분류	1	7	5	6	⑥검사대상			1	9	
⑦검 사 자	품질평가실 한찬규(서명)									⑧검사일자	. . .				⑨발급일자			. . .		
⑩수 검 자	사업부책임자 김용백(서명)									⑪요구일자	. . .				⑫종결일자			. . .		
⑬ 제 목	**시정조치요구서 처리 미흡**																			

⑭지적내용

품질보증감사 혹은 품질모니터링을 통해 발견된 품질위배사항의 시정조치요구서에 대해, 시정조치책임 조직은 해당 시정조치요구서를 검토 후 시정조치 결과를 작성해야 하며, 회신기한 내에 조치가 불가능한 경우에는 기한 내에 미 조치 사유 및 조치계획을 수립하여 제출해야 함. 그러나, 2017년 내부 품질보증감사를 통해 도출된 4건의 시정조치요구서에 대해 일부 시정조치책임 조직은 시정조치결과를 작성하지 않았으며, 기한 내 미 조치한 사유 및 조치계획을 제출하지 않았음.

CAR No : CAR-SK56-018 외 3건

⑮지적근거

사업품질보증업무절차서 시정조치요구서의 작성 및 관리(EQAP 16.1, 개정5)

5.0 시정조치 및 결과 회신

5.1 시정조치책임조직은 접수된 시정조치요구서를 검토 후 시정은 물론 필요시 원인분석, 재발방지 대책을 수립 및 이행 등의 제반 시정조치를 취한 후 보기 2(양식 EQAP 16.1-2)의 시정조치이행보고서를 사용하여 시정조치 내용/결과를 작성한다.

5.1.1 시정조치책임조직은 발행된 시정조치요구서에 대하여 회신기한 내에 조치가 불가능한 경우에는 기한 내에 미 조치 사유 및 조치계획을 수립하여 제출한다.

⑯시정요구내용

1. 시정조치 책임 조직은 해당 시정조치요구서에 기한 내 미 조치 사유 및 조치계획을 수립하여 제출할 것

2. 재발방지 대책을 수립할 것

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

권고사항표

①관리번호	1	8	-	0	2	-				②검사종별	1	0	-	02					
④수검기관	1	4	한국전력기술㈜							⑤원자로분류	1	7	5	6	⑥검사대상		1	9	
⑦검 사 자	기계재료평가실 노우진(서명)									⑧검사일자	2018. . .								
⑩수 검 자	기기검증분야책임자 왕찬식(서명)									⑨발급일자	. . .								
⑬제 목	**비안전등급 내진범주 I급 기기 내진검증 절차 수립 권고**																		

⑭미비점 및 권고내용

내진검증은 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서 3.10.1절 “내진검증기준”에 따라 안전/비안전등급 내진범주 I급으로 분류된 기기들이 정상운전, 천이, 지진, 사고조건 동안과 그 후에 발생하는 동적하중에 대해서 설계사양서에 정의된 기능적 수행 요건을 확보하기 위한 것임. 그러나 신고리 5,6호기 사업설계지침서(기기검증 업무수행, 6.00-2)에는 내진검증 범위를 안전등급 내진범주 I급 기기에 대해서만 한정하고 있으므로 비안전등급 내진범주 I급 기기(화재방호계통 등)에 대한 내진검증 절차를 수립할 것을 권고함.

⑮권고근거(기술적 배경 또는 참고자료 등)

1. 신고리 5,6호기 예비안전성분석보고서

   3.2 구조물, 계통 및 기기의 분류

   3.2.1 내진 분류

   화재방호계통과 같은 비안전성관련 계통의 일부분은 특정한 미국 원자력규제위원회 기준에 의거 내진범주 I급으로 분류된다.

   3.10.1 내진검증 기준

   3.10.1.1 요건

   내진 및 동적 검증프로그램은 내진범주 I급으로 분류된 기기들이 정상운전, 천이, 지진, 사고조건 동안과 그 후에 발생하는 동적하중에 대해서 설계사양서에 정의된 기능적 수행 요건을 확보하기 위한 것이다.

2. 사업설계지침서(기기검증 업무수행, 6.00-2)

   1.0 목적

   본 사업설계지침은 안전성관련 기기(품질등급Q 품목)의 검증, 환경검증인자 보고서(EQPR), 기기 기초 하중분석, 배관 관통부 설계에 관련된 설계 분야간 책임사항 및 인터페이스 관리 방법을 기술함.

권고사항표

①관리번호	1	8	-	0	2	-				②검사종별	1	0	-	02				
④수검기관	1	4	한국전력기술(주)							⑤원자로분류	1	7	5	6	⑥검사대상		1	9
⑦검 사 자	계측전기평가실 김지태 (서명)									⑧검사일자	. . .							
⑩수 검 자	계측제어설계분야책임자 이한철 (서명)									⑨발급일자								
⑬제 목	**현장제어반의 인간공학 설계 적절성 확인 권고**																	

⑭미비점 및 권고내용

신고리 5,6호기에 공급되는 현장제어반은 인간공학 설계지침(Human Factor Engineering Guideline, 9-750-J410-001)을 반영한 구매계약서 첨부문서인 SKN 5&6 Appendix 4S1, 4S2, 4U, 4T에 만족하도록 설계되어야 함. 그러나 공급사에서 제출한 일부 현장제어반의 도면(예; Filter Handling Cask Outline Drawing, N217-DG-A01-01 등)에는 명판 크기, 제어기 특성 등의 상세 설계사항이 누락되어 상기 문서의 만족여부를 확인할 수 없음. 따라서 신고리 5,6호기 현장제어반 공급자 도면을 재검토하여 인간공학 설계 만족여부를 확인할 것을 권고함.

⑮권고근거(기술적 배경 또는 참고자료 등)

1. SKN 5&6 Appendix 4S1, General Requirements for Instrumentation & Control
   3.0 General Design Requirements
2. SKN 5&6 Appendix 4S2, General Requirements for Local Control Panel
   4.0 Human Factors Engineering Design Requirements
3. SKN 5&6 Appendix 4T, Requirement for Instrument Tagging
   1.0 Instrument Tagging
4. SKN 5&6 Appendix 4U, Requirement for Panel Labels
   2.0 Label Location
   3.0 Label Contents
   4.0 Hierarchical Letter Guidelines

권고사항표

①관리번호	1	8	-	0	2	-				②검사종별	1	0	-	02				
④수검기관	1	4	한국전력기술(주)							⑤원자로분류	1	7	5	6	⑥검사대상	1	9	
⑦검 사 자	계측전기평가실 김지태 (서명)									⑧검사일자	. . .							
⑩수 검 자	계측제어설계분야책임자 이한철 (서명)									⑨발급일자								
⑬제 목	**인간공학 설계결과 검토 및 평가를 위한 회의 수행 권고**																	

⑭미비점 및 권고내용

신고리 5,6호기 사업설계절차서(HFE Design and Integration, PP-9.01)에 따르면, 각 설계사가 수행한 인간공학 설계결과는 주기적인 회의를 통해 설계현안과 연계문서의 일관성을 확인하고, 문제점이 있는 경우 이를 해결해야함. 그러나 동 절차서 수립('16.12.15) 이후 현재까지 상기한 주기적 회의 실적이 없는 것으로 파악됨. 따라서 인간공학적 설계 문제점을 단계별로 해결하기 위한 회의를 사업설계절차서에 따라 주기적으로 개최할 것을 권고함.

⑮권고근거(기술적 배경 또는 참고자료 등)

1. Shin-Kori Nuclear Power Plant Units 5&6 Project Procedure Manual, HFE Design and Integration (PP-9.01)

   3.10 The HFE Design Progress Control Meeting (HPCM) will be requested by HFEIST and held periodically to review the HFE related progress of the plan, analysis, design, verification & validation, operation, and resolve pending matters within the HFE design scope.

   5.6.1 Meeting Frequency

   - The HFEIST meeting will be held quarterly as agreed among entities.

권고사항표(제7조제1항 관련)

①관리번호	1	8	-	0	2	-				②검사종별	1	0	-	02				
④수검기관	1	2	한국전력기술(주)							⑤원자로분류	1	7	5	6	⑥검사대상	0	4	
⑦검 사 자	계통평가실 고창석*(서명)*									⑧검사일자	2018.05.31							
⑩수 검 자	핵설계분야책임자 최형규*(서명)*									⑨발급일자								
⑬제 목	**사용후연료저장조 냉각수 배관 사이폰방지기 설계기준 확보 및 관리 권고**																	

⑭미비점 및 권고내용

신고리 5,6호기 종합설계용역 설계기준서(9-463-N402-001)에는 사용후연료저장조 냉각펌프 출구(저장조 입구 측) 배관에 사이폰방지기(Siphon Breaker)를 설치한다고 기술되어 있으나, 이에 대한 구체적인 설치위치, 크기, 수량 등에 대한 설계계산 근거 없이 선행호기 설계 등을 참조하여 정상 수위 제한치(149 ft) 이하의 위치에 가공하여 사용하고 있음. 사용후연료저장조 사이폰방지기(Siphon Breaker)에 대한 설계계산 결과를 포함한 설계기준을 확보(수립)하여 품질보증문서로 관리하도록 할 것을 권고함.

⑮권고근거(기술적 배경 또는 참고자료 등)

1. 신고리 5,6호기 종합설계용역 사업설계지침서
   - 6.02-1(설계기준서 작성) 2.1항 “설계기준서의 내용은 안전성분석보고서, 환경영향평가서 등 인허가관련 문서와 상치되거나 모순되지 않아야 한다.”
   - 6.06-1(계통설명서 작성) 4.2.2(2)항 “안전성관련 계통의 경우 계통설계기준서의 안전성관련 요건을 만족하는 계통 구성임을 기술한다.”
2. 신고리 5,6호기 종합설계용역 설계기준서 9-463-N402-001, “(Design Criteria Manual) Spent Fuel Pool Cooling and Cleanup System (FC)”
   - 5.1.8절 “Siphon breaker shall be provided on the SFP A and B cooling discharge piping located below elevation 45.4 m (149 ft) to prevent drainage of the SFP A and B due to draining of piping in the system below the normal level required to ensure the water level requirements.”

권고사항표

①관리번호	1	8	-	0	2	-				②검사종별	1	0	-	02				
④수검기관	1	4	한국전력기술(주)							⑤원자로분류	1	7	5	6	⑥검사대상	1	9	
⑦검 사 자	품질평가실 한찬규(서명)									⑧검사일자	. . .							
⑩수 검 자	품질보증책임자 강태욱(서명)									⑨발급일자								
⑬제 목	**절차서 간 불일치 개선 권고**																	

⑭미비점 및 권고내용

시정조치와 관련된 아래 절차서의 내용 중 중대결함에 해당하는 사항과 중대 품질위배사항에 해당하는 사항에 일부 중복이 있음에도 불구하고, 각 절차서의 책임사항이 상이하게 기술되어 있으므로 이를 명확하게 구분하거나 하나의 절차로 통일될 수 있도록 절차서 개선을 권고함.

절차서 명	중복 내용	불일치 내용
중대결함 처리	3.1 사업주에게 통보되어야 할 중대결함사항은 다음과 같다. 3.1.4 **설계기준서와의 중대한 불일치**로, 안전성분석보고서 또는~(중략)~**재설계 또는 수리가 필요한 경우**	2.0 책임 사항 2.1 **사업책임자는** 중대결함의 시정조치에 대한 전반적인 관리에 대한 책임을 진다
중대 품질위배사항 처리	3.1 품질위배사항 중 ~(중략)~다음과 같은 사항을 중대 품질위배사항으로 고려한다 (1) **상당한 재작업이나 보수 또는 교체를 요하는 설계에서의 결함**	2.0 책임 사항 2.2 **품질안전환경처장은** 중대 품질위배사항에 대한 작업중지의 필요성을 검토한 후, ~(중략), 시정조치 결과를 확인한다

⑮권고근거(기술적 배경 또는 참고자료 등)

KEPIC QAP-1(2000)

6. 문서관리

품질요건을 규정하거나 품질에 영향을 미치는 업무를 규정한 문서의 작성, 발행 및 변경은 정확한 문서가 업무에 사용될 수 있도록 관리되어야 한다.

권고사항표(제7조제1항 관련)

①관리번호	1	8	-	0	2	-				②검사종별	1	0	-	02		
④수검기관	1	2	한국전력기술(주)							⑤원자로분류	1	7	5	6	⑥검사대상	1 1
⑦검 사 자	계통평가실 고창석*(서명)*									⑧검사일자				2018.05.31		
⑩수 검 자	신뢰도분석책임자 석호*(서명)*									⑨발급일자						
⑬제 목	**MOV, AOV 설계기준성능분석 및 확인시험결과평가 업무절차 수립권고**															

⑭미비점 및 권고내용

신고리 5,6호기 전동기구동밸브(MOV)와 공기구동밸브(AOV)의 '설계기준성능분석 및 시험결과평가' 업무는 사업설계지침서가 없어서, 시험과정에서 발생한 정비내역이 '설계기준성능분석보고서'에 적절히 반영(Feedback)되는지 알 수 없음. MOV와 AOV의 설계기준성능분석 및 확인시험결과평가 업무에 대한 설계지침서를 작성하여 밸브의 성능에 중요한 영향을 미치는 부품이 교체되거나 정비되었을 때 동 지침서에 따라 이를 확인하여 '설계기준성능분석보고서'에 반영하는 절차를 갖출 것을 권고함.

⑮권고근거(기술적 배경 또는 참고자료 등)

1. 신고리 5,6호기 종합설계용역 사업설계관리절차서
   - 6.14(설계보고서 및 기술검토보고서) "점검항목 1. 설계보고서가 건조(Construction)에 사용한 도면상의 설계를 반영하고 있고 도면에 대한 모든 수정사항과 건조상의 차이(Construction deviation)가 설계보고서와 일치하는가?"
2. 신고리5,6호기 종합설계용역 사업설계지침서
   - 6.0(설계엔지니어링) 6.00-11 "압력잠김/열교착 밸브 선정 및 조치", 6.00-22 "기기검증 시험 참관"

(공백)

간 행 물 정 보 양 식

보고서번호	제목/부제
KINS/AR-1074, Vol.2	2018년도 한국전력기술㈜ 공급자 등 검사보고서
연구책임자 / 부서명	오규명 / 공급자/QA PM
연구자 / 부서명	한국전력기술㈜ 공급자 등 검사팀

발행기관	한국원자력안전기술원		발행지	대전	발행일	2018. 07.
페이지	p. 70	도 표	유 (○) 무 ( )		크 기	A4
참고사항						

공개여부	공개( ) 비공개(○)	보고서 종류	규제사업(공급자 등 검사)
연구위탁기관		계 약 번 호	

초록 (200단어 내외)	한국전력기술 주식회사 (이하, '한국전력기술㈜'라 함)는 신고리 5,6호기에 대한 종합설계를 수행하는 설계자에 해당함. 한국전력기술㈜에서 수행하는 종합설계에는 안전기능을 수행하는 계통에 전력 및 신호를 공급하는 전력설비 설계, 안전등급 배관 계통 설계, 보조급수 계통 등 안전관련 계통에 대한 기계설계, 주제어실 등의 계측제어 설계 등이 포함되어 있음. 총 16명의 검사원으로 구성된 한국원자력안전기술원 검사팀(이하, 'KINS 검사팀'이라 함)은 안전해석분야, 기계재료분야, 계측·전기 및 인간공학분야, 계통평가분야, 품질보증분야, 기타(안전관련설비 계약신고, 부적합사항 신고) 등 6개 분야로 나누어 검사를 수행함. KINS 검사팀은 한국전력기술㈜에서 수행하는 원전설계 업무와 관련하여, 원자력안전법령, 예비안전성분석보고서 등의 인허가신청서류에 따라 설계관리 절차를 적절히 수립하여 이행하는 지 여부를 검사함. 이를 위해 각 설계분야별로 설계 과정에서 생성되는 설계문서를 표본 선정하여 서류 검토 및 관련자 면담을 수행함. 검사 결과, 예비안전성분석보고서와 설계문서 간 불일치 등의 부적절한 사항이 발견되어 총 10건의 검사지적사항을 발급하였으며, 비안전등급 내진범주 I급 기기 내진검증 절차 수립 등을 권고하는 총 6건의 권고사항표를 발급함.
주제어 키워드 (10단어 내외)	신고리 5,6호기, 설계자, 한국전력기술(주), 공급자 등 검사