

계속운전 EQ대상기기 심사방향

2023. 9. 7(목)

국민에게 신뢰받는 안전 최우선의 KINS





Contents

I

계속운전 관련 법규

II

계속운전 심사 지침

III

규제경험 사례

IV

중점 심사 방향

2030년까지 설계수명기한 만료 원전(10기)

번호	발전소명		용량 (MW)	건설허가 신청일	건설 허가일	운영허가 신청일	운영허가일 (최초임계일)	상업운전 개시일	설계수명 만료일	현 상황
1	고리	#1	587	'71. 8. 8	'72. 5.31	'71. 8. 8	'72. 5.31 ('77. 6.19)	'78. 4.29	'17. 6.18	영구정지운영변경허가 ('17.6.18, 24시)
2	월성	#1	679	'76. 3.29	'78. 2.15	'76. 3.29	'78. 2.15 ('82.11.21)	'83. 4.22	'22.11.20	영구정지운영변경허가 ('19.12.24.)
3	고리	#2	650	'78. 7.29	'78.11.18	'78. 7.29 (81. 7. 2)	'83. 8.10 ('83. 4. 9)	'83. 7.25	'23. 4. 8	
4	고리	#3	950	'79. 5. 4	'79.12.24	'84. 9.17	'84. 9.29 (85.1.1)	'85. 9.30	'24. 9.28	
5		#4	950			'85. 6.29	'85. 8. 7 (85.10.26)	'86. 4.29	'25. 8. 6	
6	한빛	#1	950	'80.11. 3	'81.12.17	'85.10. 7	'85.12.23 (86.1.31)	'86. 8.25	'25.12.22	
7		#2	950			'86. 8. 5	'86. 9.12 (86.10.15)	'87. 6.10	'26. 9.11	
8	월성	#2	700	'91. 9.11	'92. 8.28	'95. 5.18	'96.11. 2 (97.1.29)	'97. 7. 1	'26.11. 1	
9	한울	#1	950	'82. 7. 2	'83. 1.25	'87. 5. 6	'87.12.23 (88.2.25)	'88. 9.10	'27.12.22	
10	월성	#3	700	'92.12.31	'94. 2.26	'96.11. 4	'97.12.30 (98.2.19)	'98. 7. 1	'27.12.29	
11	한울	#2	950	'82. 7. 2	'83. 1.25	'88. 9. 9	'88.12.29 (89.2.25)	'89. 9.30	'28.12.28	
12	월성	#4	700	'92.12.31	'94. 2.26	'96.11. 4	'99. 2. 8 (99.4.10)	'99.10. 1	'29. 2. 7	



KINS is a Cornerstone for a Safe Korea

I. 계속운전 관련 법규

계속운전 관련 법규(원자력안전법 시행령)

- 원안법시행령 제36조 (주기적안전성평가의 시기)
 - ④ 발전용원자로운영자가 원자로시설의 설계수명기간이 만료된 후에 그 시설을 계속하여 운전(이하 “계속운전”이라 한다)하려는 경우에는 제2항에도 불구하고 설계수명기간 만료일(그 후 10년마다 10년이 되는 날을 포함한다. 이하 이 조에서 같다)을 평가기준일로 하여 평가기준일이 되기 10년 전부터 5년 전까지의 기간 내에 평가보고서를 제출해야 한다. <개정 2022. 12. 30.>
 - ⑤ 계속운전을 하려는 발전용원자로운영자는 제4항에 따른 평가보고서를 제출한 후 제37조제1항 각 호 및 같은 조 제2항 각 호에 대한 평가결과의 유효성(계속운전을 하기 위한 평가결과가 유지되는 것을 말한다. 이하 같다)을 확인하는 평가보고서를 제4항에 따른 평가기준일이 되기 3년 전부터 1년 6개월 전까지의 기간 내에 제출해야 한다. <신설 2022. 12. 30.>

계속운전 관련 법규(원자력안전법 시행령)

● 원안법시행령 제37조 (주기적안전성평가의 내용)

- ① 법 제23조제3항에 따른 주기적 안전성평가의 내용에는 다음 각 호의 사항을 포함하여야 한다.(개정 2014.11.19.)
 1. 원자로시설의 설계에 관한 사항
 2. 안전에 중요한 구조물·계통 및 기기의 실제 상태에 관한 사항
 3. 결정론적 안전성분석에 관한 사항
 4. 확률론적 안전성평가에 관한 사항
 5. 위해도 분석에 관한 사항
 6. 기기검증에 관한 사항
 7. 경년열화(시간경과 또는 사용에 따라 원자력발전소의 계통·구조물·기기의 손상을 가져올 물리적 또는 화학적 과정을 말한다)에 관한 사항
 8. 안전성능에 관한 사항
 9. 원자력발전소 운전경험 및 연구결과의 활용에 관한 사항
 10. 운영 및 보수 등의 절차서에 관한 사항
 11. 조직, 관리체계 및 안전문화에 관한 사항
 12. 인적요소에 관한 사항
 13. 방사선비상계획에 관한 사항
 14. 방사선환경영향에 관한 사항

계속운전 관련 법규(원자력안전법 시행령)

② 제36조제4항에 따라 계속운전을 하려는 경우에는 제1항 각 호의 사항에 다음 각 호의 사항을 추가로 포함하여야 한다.

1. 계속운전기간을 고려한 주요 기기에 대한 수명평가(LER : Life Evaluation Report)
2. 운영허가 이후 변화된 방사선환경영향평가

● 원안법시행령 제38조 (주기적안전성평가의 방법 및 기준)

② 제36조제4항에 따라 계속운전을 하려는 원자로시설에 대해서는 제1항제4호(안전성 평가 당시 해당 원자로시설에 유효한 기술기준을 활용하여 평가할 것)에도 불구하고 다음 각 호의 규정을 적용한다.

1. 계통·구조물·기기에 대하여 최신 운전경험 및 연구결과 등을 반영한 기술기준을 활용하여 평가할 것
2. 방사선환경영향평가에 대하여 최신 기술기준을 활용하여 평가할 것

계속운전 관련 법규(원자력안전법 시행규칙)

- 원안법시행규칙 제20조 (주기적안전성평가의 세부내용)

- ① 영 제37조제1항에 따른 주기적 안전성평가의 세부내용은 다음 각 호와 같다.

- ② 영 제36조제4항에 따라 계속운전을 하려는 경우의 영 제37조제2항에 따른 안전성평가의 세부사항은 다음 각 호와 같다.

1. 계속운전기간을 고려한 주요 기기에 대한 수명평가 : 계속운전기간 동안 주요 계통·기기·구조물의 기능이 확보되어 있는지를 확인하는 것으로 다음 각 목의 사항을 포함하고 있을 것.

- 가. 수명평가 대상인 계통·기기·구조물의 분류 및 선정

- 나. 계통·기기·구조물의 수명에 대한 영향분석

- 다. 계속운전기간 동안의 주변 영향을 고려한 해당 계통·기기·구조물의 수명평가

- 주기적안전성평가
- 계속운전기간을 고려한 주요 기기에 대한 수명평가
- 방사선환경영향평가

주기적안전성평가(PSR) vs 계속운전 PSR

구분	주기적안전성평가(PSR)	계속운전심사(PSR+LER+RER)
목적	가동년수 증가에 따른 원전 안전성평가 및 확인	설계수명이후 계속운전에 대한 안전성평가 및 확인
제출시기	매 10년 주기 (평가보고서 제출 : 평가기준일 부터 1년 6개월 이내)	설계수명기간이후 10년 주기 (평가기준일부터 10년~5년까지 의 기간에 제출)
평가기준	해당시설에 유효한 기술기준	최신운전경험 및 연구결과를 반영한 기술기준 활용
평가범위	기기검증, 경년열화, 안전해석 등을 포함한 14개 인자	PSR 14개 인자+주요기기에 대한 수명평가(LER)+운영허가 이후 변화된 방사선환경영향 평가(RER)
결과조치	시정정보완조치 또는 권고사항	조건사항 : 계속운전 또는 영구 정지

계속운전 관련 법규(고시 제2017-29호)

- 원자력안전위원회고시 제2017-29호[원자로.35]
 - 원자력안전법 시행규칙 제21조제4항에 따라 계속운전 평가에 사용되는 기술 기준을 적용함에 있어 필요한 지침을 규정
 - 설계수명이 만료되는 원자로시설의 계속운전 평가에 적용함
 - 주요내용
 - 경년열화관리 대상선정 평가에 관한 사항[별표 1]
 - 경년열화 관리계획 평가에 관한 사항[별표 2]
 - 계속운전을 위한 수명평가에 관한 사항[별표 3]
 - 운전경험, 연구결과 반영 필요사항[별표 4]
 - 최신 기술기준에 따른 방사선환경영향평가 기술기준 등
 - 현장점검

계속운전 관련 법규(고시 제2017-29호)

● [7조] 계속운전을 위한 수명평가에 관한 사항

- ① 계속운전을 위한 수명평가에 관한 사항 및 참조 기술기준은 별표 3와 같다.
- ② **시간제한 경년열화 분석**은 다음 각 호를 만족하여야 한다.
 1. 시간제한 경년열화 분석 대상을 제시하여야 하며 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 방법으로 입증하여야 한다.
 - 가. 시간제한 경년열화 분석이 계속운전 기간 동안 유효하다.
 - 나. 시간제한 경년열화 분석이 계속운전 기간 종료시점까지 예측되어 있다.
 - 다. 의도된 기능에 대한 경년열화의 영향은 계속운전 기간 동안 관리될 것이다.
- ④ **기기의 내환경검증 평가**는 다음 각 호를 만족하여야 한다.
 1. 검증대상 기기목록, 검증프로그램 및 검증절차가 제시되고 계속운전 기간에 대해 검증되었음을 입증하여야 한다.
 2. 기기검증 수행 시 사용된 검증기준, 검증방법, 검증절차, 검증결과, 검증요약철 등이 포함된 보고서가 적합하게 작성되고, 감사가 가능한 상태로 발전소의 서류집중 보관 장소에 계속운전 기간동안 보관되어야 한다.
 3. 기기검증의 방법 및 이행현황, 기기 고장의 영향 분석과 기기의 검증을 유지하기 위한 적합한 시정조치, 위해한 환경 조건으로부터 검증된 기기의 보호대책 등을 포함하는 기기검증에 대한 평가가 수행되어야 한다.

계속운전 관련 법규(고시 제2017-29호)

[별표 3]

가압경수로

세부사항	참조 규정 및 기술기준
1. 시간제한 경년열화 평가의 확인	- CNSC Reg. Guide G-360 및 10 CFR 54.21
2. 원자로집합체 및 핵연료채널 수명평가	- 10 CFR 54.21
3. 금속 피로 평가	- 10 CFR 54.21
4. 기기의 내환경검증	- 10 CFR 50.49
5. 콘크리트 격납건물 텐돈 프리 스트레스 평가	- 10 CFR 54.21
6. 관통부 피로 평가	- 10 CFR 54.21
7. 기타 원자로별 시간제한 경년열화 평가	- 10 CFR 54.21

가압중수로

세부사항	참조 규정 및 기술기준
1. 시간제한 경년열화 평가의 확인	- 10 CFR 54.21
2. 원자로용기 중성자 조사취화 평가	- 10 CFR 50. Appendix G
3. 금속 피로 평가	- 10 CFR 54.21
4. 기기의 내환경검증	- 10 CFR 50.49
5. 콘크리트 격납건물 텐돈 프리 스트레스 평가	- 10 CFR 54.21
6. 격납건물 라이너플레이트, 강제 격납용기 및 관통부 피로 평가	- 10 CFR 54.21
7. 기타 원자로별 시간제한 경년열화 평가	- 10 CFR 54.21



KINS is a Cornerstone for a Safe Korea

II. 계속운전 심사지침

계속운전 심사지침 개정

- KINS 가압경수로형 원전 계속운전심사지침서(KINS/GE-N8) 중, 일괄 수정 또는 일관된 기술이 필요한 아래 사항에 대하여 개정 방향(안) 제시
 - I(계속운전 심사 일반규정)
 - II(평가범위 설정)
 - III(경년열화 관리계획)
 - IV(시간제한 경년열화 평가)
- 가능한 참조문서(NUREG-1800, Rev.2)의 구성을 그대로 반영하기 위한 개정 방향(안)을 제시하였으나, 개정 정도 및 수준에 대하여 합의된 의사결정 필요

계속운전 심사 참조기준

- **NUREG-1800, Rev.2**
 - USNRC 운영허가 갱신(License Renewal, LR) 심사지침
- **NUREG-1801(GALL Report), Rev.2**
 - NUREG-1800에서 참조하는 기준(승인된 Topical Report 성격)
 - “The GALL Report should be treated as an approved topical report.”
- **LR-ISG(License Renewal Interim Staff Guidance)**
 - 심사지침에서 다루지 않는 사항 제시 또는 기존의 입장을 명확히 하기 위하여 발행 (대부분 심사지침 개정시 심사지침에 반영됨)
- **Reg. Guide 1.188, Standard Format and Content for Applications to Renew Nuclear Power Plant Operating Licenses**
 - NEI Guidance 95-10, Rev. 6 승인(endorsement)
 - Industry Guideline for Implementing the Requirements of 10 CFR Part 54

가압경수로형 원전 계속운전 심사지침서(KINS/GE-N8)

제1장 일반지침

제1.0절 개요

제1.1절 계속운전 심사 일반지침

제2장 평가범위 설정

제2.1절 평가범위 설정 및 선별 방법론

제2.2절 평가범위 설정 결과 평가

제2.3절 기계계통의 평가범위 설정 및 선별결과

제2.4절 구조물의 평가범위 설정 및 선별결과

제2.5절 전기 및 계측제어 계통의 평가범위 설정 및 선별 결과

제3장 경년열화관리계획

제3.1절 경년열화관리계획 검토 일반지침

제3.2절 경년열화관리 검토 일반지침

제3.3절 원자로용기, 원자로내부구조물 및 원자로냉각재계통

제3.4절 공학적안전설비

제3.5절 보조계통

제3.6절 증기 및 동력변환 계통

제3.7절 원자로격납건물, 구조물 및 기기 지지물

제3.8절 전기 및 계측제어 계통

제4장 시간제한 경년열화 분석

제4.1절 시간제한 경년열화 분석의 확인

제4.2절 원자로용기 중성자 조사취화 평가

제4.3절 금속 피로 평가

제4.4절 기기의 내환경검증

제4.5절 콘크리트 원자로격납건물 텐돈 프리스트레스 평가

제4.6절 원자로격납건물 라이너플레이트, 강재 격납용기 및 관통부 피로 평가

제4.7절 기타 원자로별 시간제한 경년열화 분석

제5장 운전경험 및 연구결과

제5.1절 화재방호 평가

제5.2절 기기의 동적 및 내진검증

제5.3절 원자로용기 가압열충격

제5.4절 원자로정지불능 예상 운전과도

제5.5절 능동형기기의 관리계획

제5.6절 배관 열성층 평가

제5.7절 가연성기체 연소에 대한 안전성 평가

제5.8절 소내정전사고 대처능력 평가

제6장 방사선환경영향 평가

제6.1절 방사선환경영향 평가

계속운전심사지침서-제1장 일반지침

- 발전소종합평가(Integrated Plant Assessment; IPA)
 - 경년열화관리심사(Aging Management Review; AMR)를 요구 하는 계통·기기·구조물을 도출하고, 그 기능이 계속운전기간 동안에도 허용할 만한 안전성 수준을 유지함을 입증
- 시간제한 경년열화분석(Time-Limited Aging Analysis; TLAA)
 - 계속운전 범위 안의 계통·기기·구조물
 - 경년열화 영향을 해석 및 평가
 - 현행 운영허가기간에 의해 정해진 시간제한 가정(예, 40년)
 - 안전성 판단에 있어 운영자에 의해 관련되는 결정사항
 - 계통·기기·구조물의 의도된 기능 수행 능력과 관련된 결론
 - 현행 허가의 기술기준으로 포함 또는 인용되는 계산 및 분석

계속운전심사지침서- 제2장 전기계측기기 평가 범위설정 및 선정

- 계속운전을 위한 전기·계측 기기의 범위 설정(Scoping)
- 계속운전기간 동안 경년열화관리심사(AMR)를 받아야 하는 구조물 및 기기 선정(Screening)
 - 수동형(passive), 장수명(long-lived) 구조물 및 기기
 - 전기·계측 기기의 경우 발전소구역(plant space) 접근 방식
 - ⇒ 이 방식은 개별 기기를 선정하지 않고, 예를 들어 터빈건물에 위치한 모든 수동형 및 장수명 전기·계측 기기를 일괄 선정
 - 접근 방식전기·계측 기기의 대표적인 AMR 대상은 전기관통부, 케이블, 연결 장치 등
- TLAA 대상 기기는 수동형 기기에 국한하지 않고, 환경검증 대상의 모든 기기(예, 수동형 및 능동형 포함)를 포함

계속운전심사지침서- 제3장 GALL 보고서에 따른 AMR 결과 (전기·계측 기기에 대한 AMP GALL 보고서 요약 내용)

번호	기기	경년 영향 및 기구	AMP	추가 평가 사항	관련 항목 (GALL)
1	환경검증요건에 따른 전기·계측 기기	각종 경년열화기구에 의한 열화	환경검증	TLAA	L-05
2	환경검증요건을 따르지 않는 케이블, 연결부 및 휴즈 홀더 (절연재)	물리적, 열적, 화학적 등에 의한 절연저항 감소 및 전기적 고장	환경검증요건을 따르지 않는 케이블 및 연결부	No	L-01 LP-03
3	환경검증요건을 따르지 않고, 도체절연저항(IR) 감소에 민감한 I&C 케이블 및 연결부의 절연재	물리적, 열적, 화학적 등에 의한 절연저항 감소 및 전기적 고장	환경검증요건을 따르지 않는 I&C 케이블 및 연결부	No	L-02
4	환경검증요건을 따르지 않고, 접근이 곤란한(전선관, 직접 매설) 중전압(2~35 kV) 케이블의 도체 절연재	국부 손상 및 절연 파괴가 습기 침투 및 물 수목현상에 의해 전기적 고장	환경검증요건을 따르지 않는 접근 곤란한 중전압 케이블	No	L-03
5	봉산수 누설에 노출된 전기 접속부분의 접촉면	봉산수 침투로 인한 접촉표면 부식	봉산 부식	No	L-04
6	휴즈 홀더(큰 집합체의 일부가 아님): 금속 클램프	저항 열, 열적 사이클, 전기과도현상, 빈번한 조작, 진동, 화학오염, 부식, 산화에 의한 피로현상	휴즈 홀더	No	LP-01
7	금속밀폐형 모선: 모선/접속부	열적 사이클, 저항 열에 의한 볼트 체결부 이완	금속밀폐형 모선	No	LP-04

계속운전심사지침서- 제3장 전기·계측 기기의 경년열화 관리프로그램(AMP(6+1))

- Non-EQ 케이블 및 비금속 연결부에 대한 AMP
- Non-EQ I&C 케이블 및 연결부에 대한 AMP
- Non-EQ 접근 곤란한 중전압 케이블에 대한 AMP
- 금속 밀폐형 모선에 대한 AMP
- 휴즈 홀더에 대한 AMP
- Non-EQ 케이블 금속 연결부에 대한 AMP
- 전기·계측 기기의 환경검증에 대한 AMP(TLAA 방법-3)

계속운전심사지침서- 제4장 시간제한 경년열화분석(TLAA) 대상

LRA 대상

- 안전관련 SSC (DBE)
- 고장시 안전기능 방해하는 NSR SSC
- 사고감시계측설비(PAM)
- Regulated Events (SBO, ATWS 등)

능동형 단수명
Non-EQ 기기

40년 이하 수동형,
능동형 EQ 기기

AMR 대상
(수동형, 장수명)

전기/계측
AMP(6개)

TLAA 대상
(40년 이상의 EQ 기기)
- 수동형, 능동형 기기

TLAA 방법

- TLAA 방법1(50년까지 유효)
- TLAA 방법2(재해석을 통해 50년
까지 연장)
- TLAA 방법3(On-going 검증:AMP)

AMP 목록

- Non-EQ 케이블 및 비금속 연결장치
- Non-EQ I&C 케이블 및 연결장치
- Non-EQ 접근 곤란, 중전압 케이블
- 금속 밀폐형 전기모선
- 휴즈 홀더
- Non-EQ 케이블 금속 연결장치

계속운전심사지침서- 제4장 환경검증 TLAA 평가분야

- 환경검증 관련 법령 및 해외 참조기준
 - 원자로규칙 제15조, 제40조 · 10CFR 50, App. A, GDC 4 · 10CFR 50.49(EQ Rule)
- 환경검증 TLAA 관련 조항
 - 10CFR 50.49(e)(5)
 - 기기 기능에 영향을 주는 모든 심각한 경년열화 고려
 - On-going 검증을 통해 수명을 연장하지 않으면, 수명말기 이전에 교체 또는 재생 요구
 - 10CFR 50.49(f) : 경년열화 및 사고조건에서 검증하는 4가지 방법 제시
 - 10CFR 50.49(k),(i) : 발전소 및 기기 유형을 기반하여 다른 검증기준을 허용
 - NUREG-0588, Category II(IEEE Std. 323-1971)
 - NUREG-0588, Category I(IEEE Std. 323-1974) : 이 기준을 적용받는 전기·계측 기기에 대한 환경검증은 계속운전기간 동안에 유효한지 검토
- 일반안전현안
 - GSI-168 “저전압 I&C 케이블 환경검증” 참조 : NUREG-CR7000, IAEA TECDOC-1852
- FSAR 보완본
 - 계속운전기간 동안의 TLAA 평가 요약내용이 FSAR 보완본 포함

계속운전심사지침서- 제4장 환경검증 TLAA 평가절차

- TLAA 방법-1(기존 방법 유지)
 - TLAA 결과가 계속운전기간 동안 유효하다.
 - 추가적인 평가는 필요치 않다.
- TLAA 방법-2(재해석 수행)
 - TLAA 결과가 계속운전기간 종료시점까지 예측된다.
 - 재해석 방법은 기존의 과도한 보수성을 감안하여 해석방법, 데이터 수집 및 축약방법, 주요 가정, 허용기준 및 시정조치를 포함
- TLAA 방법-3(On-going 검증방법 수행)
 - 경년열화 영향이 계속운전기간 동안 적절히 관리될 것이다.
 - GALL 보고서의 AMP 평가지침 X.E1(전기·계측 기기의 환경검증) 참조

계속운전심사지침서- 제4장 환경검증 TLAA 재해석

- 환경검증 재해석 속성(표 4.4-1)

재해석 속성	내 용
해석방법	재해석 모델은 기존과 동일하게 열적 모델인 Arrhenius 방법을 채택하고, 방사선 모델은 정상조사선량에 1.25을 곱하고 사고선량을 합한 총 조사선량을 구함. 반복적인 경년열화(예, 마모)는 기존과 유사한 방법, 기타 모델은 사안별로 검토함.
데이터 수집 및 축약방법	재해석의 핵심내용은 기존 해석에서의 기기 사용조건(온도, 방사선, 사이클)에 대한 과도한 보수성을 줄이는 것이다. 온도 데이터는 보수적이고, 발전소 설계온도나 실제 발전소 데이터를 기준으로 한다. 경년열화 평가에서 (1) 발전소 온도 데이터를 직접 적용, 또는 (2) 발전소 설계온도를 평가에 사용할 경우 보수성 입증을 위해 발전소 온도 데이터를 사용할 수 있다. 재료의 활성화 에너지 값의 변경은 정당화 되어야 한다. 방사선 및 사이클의 경우에도 과도한 보수성 감소를 위해 유사한 방법이 사용될 수 있다.
주요 가정	환경검증 기기 경년열화 평가는 발전소 변경 및 사건에 기인하는 많은 환경적인 변화를 설명하기 위해 충분한 보수성을 포함한다. 검증된 기기의 환경에 영향을 주는 운전 또는 정비활동 동안의 예상치 못한 상태가 확인되는 경우 영향을 받는 환경검증 기기가 평가되고 적절한 시정조치가 부과된다.
허용기준 및 시정조치	경년열화 평가에 대한 재해석을 통해 기기 검증수명이 연장된다. 만약 검증수명이 연장되지 않는다면 기존의 검증수명 말기 이전에 재생, 교체 또는 재검증 되어야 한다. 재해석은 적시에 수행되어야 한다.

계속운전심사지침서- 제4장 환경검증 TLAA-3 AMP 평가

● 시험 프로그램의 내용

- 적어도 40년의 검증수명을 갖는 EQ 기기만이 계속운전 TLAA 분석을 수행
- 10CFR 50.49(e)에 따라 기기 검증수명을 연장하기 위해 경년열화 평가에 대한 재해석은 EQ 프로그램의 일환으로 수행
- 재해석은 기존의 과도한 보수성을 감안하여 해석방법, 데이터 수집 및 축약방법, 주요 가정, 허용기준 및 시정조치를 포함

● 평가 및 기술기준

- 프로그램의 범위 : 환경검증 프로그램은 10CFR 50.49와 RG 1.89, Rev. 1에 정의된 안전관련이면서 열악한 사고조건에 노출될 수 있는 전기·계측 기기에 적용
- 예방조치 : EQ 예방조치는 (1) 기기 사용조건 허용오차와 경년 한계(예, 검증수명 또는 조건 범위)를 수립하고, (2) 기기 경년열화 영향을 검증기준의 범위 내로 유지하기 위해 특수한 설치, 검사, 감시 또는 주기적 보수활동을 포함
- 감시 또는 검사 변수 : EQ 기기 검증수명은 상태 또는 성능 감시를 기반으로 하지 않음. **RG 1.189, Rev. 1에 의하면 상태 감시프로그램도 재분석을 통해 검증수명을 변경하기 위한 한 가지 가능한 방법으로 간주**
- 경년열화 영향의 검출: 어떤 환경조건이나 기기 변수를 감시 또는 검사하는 것은 기기가 검증기준 범위 안에 있는지를 확인하고, 검증수명을 변경하기 위한 수단일 수 있음

계속운전심사지침서- 제4장 환경검증 TLAA-3 AMP 평가

● 평가 및 기술기준

- 감시 및 경향 분석 : EQ 감시는 검증된 기기가 얼마 동안 설치 되었는가를 확인. 상태 감시는 검증을 변경하기 위한 한 가지 수단일 수 있음.
- 허용기준 : 가동중 EQ 기기가 검증기준 범위 안에 유지
- 시정조치 : 불만족 시 검증수명 말기 전에 기기 재생, 교체 또는 재검증이 필요함
- 확인절차/행정통제 : 10CFR 50, App. B 요건 적용
- 운전경험 : EQ 프로그램은 검증수명을 포함하여 검증 기준 및 결론을 변경하기 위해 운전경험을 반영

계속운전심사지침서- 제4장 환경검증 TLAA평가에 대한 FSAR 보완본

● 전기·계측 기기의 EQ TLAA 평가에 대한 FSAR 보완본

TLAA 방법-1		
TLAA	평가 내용	이행 일정
전기·계측 기기의 환경검증	초기 EQ 검증수명이 계속운전기간 동안에도 유효한 것으로 입증되었다.	완료
TLAA 방법-2		
TLAA	평가 내용	이행 일정
전기·계측 기기의 환경검증	EQ가 계속운전기간 종료시점까지 예측되었다. 재해석은 해석방법, 데이터 수집 및 축약방법, 주요 가정, 허용기준 및 시정조치를 다룬다.	완료
TLAA 방법-3		
TLAA	평가 내용	이행 일정
전기·계측 기기의 환경검증	10CFR 50.49에 따른 현행 EQ프로세스가 검증 수명 말기 전에 기기 교체 등을 통해 계속운전 기간 동안 EQ 기기의 경년열화를 적절히 관리할 것이다. 재해석은 해석방법, 데이터 수집 및 축약방법, 주요 가정, 허용기준 및 시정조치를 다룬다.	현행 프로그램

☞ 추후 FSAR 보완 내용 수준 논의 필요



KINS is a Cornerstone for a Safe Korea

III. 규제경험 사례

규제경험사례- 고리1호기, 월성1호기 TLAA

- 고리1호기 TLAA 평가결과

TLAA 방법	기기	케이블
TLAA-1	324개	172 라인
TLAA-2	208개	508 라인
TLAA-3	894개	1064 라인

- 월성1호기 TLAA 평가결과

종류		TLAA(1)	TLAA(2)	TLAA(3)	합계
케이블	전력케이블	96	-	-	96
	제어케이블	468	-	33	501
	계측케이블	81	-	58	139
	소계	645		91	736
케이블 연결기기		52	-	891	943
기기		217	249	274	740
합계		914	249	1,256	2,419

규제경험사례- 월성1호기

- **심사 이력(2009.12.30~2015.2.27, 약 5년3개월)**
 - 계속운전 신청서 접수 ('09.12.30)
 - 서류적합성 검토결과 및 심사계획서 제출('10.2.24)
 - 서류적합성 질의/답변 총2회 ('10.2 ~ '10.12)
 - 서류적합성 심사 완료(적합) 및 심사 착수('10.12.15)
 - 심사 질의/답변 총4회 ('11.2 ~ '12.8)
 - 심사 보충답변 총6회 ('12.12 ~ '14.8)
 - 현장점검 총3회 ('11.3 ~ '12.7)
 - IAEA 계속운전 안전성 검토 ('12.5 ~ '12.6, '14.4)
 - 캐나다 규제기관과 기술교류('09.3 ~ '15.5)
 - 원자력안전심의회 심의('14.10.1)
 - 심사보고서 공개('14.10.2)
 - 원자력안전전문위원회 최종 검토('15.1.8)
 - 원자력안전위원회 최종 심의/의결('15.2.26 ~ 27)
 - 원자력안전위원회 승인('15.2.27)

규제경험사례- USNRC SER – Ginna (LR 승인: 2003. 12)

- 전기기기의 내환경검증(4.4장)
 - EQ 대상기기 대표기기15개 항목을 샘플링 선정평가
 - 솔레노이드 밸브, PVC 및 피복제어 케이블, 케이블 집합체, 밀봉 집합체, 전기 관통부 집합체, 내화 전력케이블, 격납건물 냉각팬 모터, 스플라이스 및 단자, RTD, 저전압 튜브, XLPE 및 CSPE 케이블, 격납건물 외부 액추에이터, 방사선측정기, 솔레노이드 형식 밸브, 전동기 구동밸브 등
 - 온도데이터 : 발전소 설계기준 온도 또는 실제의 발전소 측정 온도 데이터 기준(보수적)
 - 재분석 방법론 : NUREG-1800 (표 4.4-1)
 - 재분석 특징 및 방법론에 대한 설명 확인
(분석방법, 데이터 수집 및 평가방안, 기본가정, 허용기준, 조치내용 등)
 - NRC 관련 내환경 검증 지침서 검토
 - RG 1.97, IEB 79-01B, NUREG-0588, GSI-168

규제경험사례- USNRC SER – Ginna (LR 승인: 2003. 12)

- 구체적인 재분석 및 방법론
 - 분석방법
 - (열적) Arrhenius 열적 경년열화 분석, 방사선, 과도주기 열화 분석 및 유효성
 - (방사선) 정상적인 방사선 선량 + 사고시의 방사선 선량
 - (과도주기) 열적 경년열화 분석 유사한 접근 방법 도입
 - 자료 수집 및 재평가 방안
 - (온도) 발전소 설계 온도, 실질적인 온도 기준 평가 (보수적이어야 함)
 - (재질) 재질의 방사화 에너지 값 변경 및 재질 고유특성 고려
 - 데이터 수집 접근 방법을 검토하고 보수적이며 신뢰성이 있음을 확인
 - 기본적인 가정
 - (경년열화 평가) 발전소의 설계변경 및 사건으로 인해 최대 환경변화에 대응책 마련
 - 정상운전 환경에 영향을 미치는 운전 또는 정비과정 중 불리한 상황이 확인되었을때 검증기기의 분석, 허용기준 또는 시정조치를 해야 함.
 - 허용기준 및 시정조치 사항
 - (재평가 결과에 따른 시정조치) 검증 유효기간 경과전 개조 또는 교체, 재검증
 - 재평가는 충분한 시간적 여유를 가지고 검증 완료



KINS is a Cornerstone for a Safe Korea

IV. 중점 심사 방향

중점 심사방향 - EQ 대상기기

● TLAA 평가결과 - 확인

- 총 TLAA 대상 EQ 기기 목록(40년 이상 수명)
- TLAA-1, -2 및 -3 대상 기기 분류 및 개수
- TLAA-1 기기(예, 50년 이상)의 경우 EQ보고서 및 EQER 확인
- TLAA-2 재해석 대상 기기에 해석적 방법 적용 보수성 및 신뢰성 확보
 - Arrhenius 평가 : 데이터 수집 적합성, 온도 변화에 따른 활성화에너지값의 영향 평가 등
 - 방사선 평가 : 정상 방사선x1.25의 결과 충분한 여유도 확인
 - 기타 마모, 사이클 등의 영향 평가
- ☞ EPRI TR-104873 : 11가지 검증수명 평가방법 및 절차 제시에 대한 적절성 확인
- TLAA-3 AMP (50년 미만) 적용 대상 기기 : 기기 목록 및 현장 점검결과, 수명관리 차원에서 교체도 한 가지 방법

● 일반안전현안(GSI-168, NRC RIS 2003-09) 검토 확인

- GSI-168 “저전압 I&C 케이블 환경검증” : NUREG-CR7000, IAEA TECDOC-1852 참조
- On-going 감시하여 케이블 검증기준 범위 이내임을 보증(상태감시 기법 조합 적용)

★ 기술적 평가의 신뢰성을 확보를 위한 다방면 노력 필요(IAEA, NRC, CNSC 교류)

감사합니다

