

제 129회 원자력안전위원회

의안번호	제 1 호	보 고 사 항
의결일자	2020.11.27.	
공개여부	공개	

신한울 1호기 운영허가 심의 관련
보고자료(2차)

제 출 자	원자력안전위원회 위원장 엄 재 식
	한국원자력안전기술원 원장 손 재 영
	한국수력원자력(주) 사장 정 재 훈
제출일자	2020.11.27.

■ 목 차 ■

I. 사고관리계획서 심사 관련 법령 해석 결과 ... 3

[보고 : 원안위 원자력심사과장]

II. 중대사고정책 이행의 적합성 14

[보고 : KINS 안전평가단장]

III. POSRV 심 · 검사 결과 24

[보고 : KINS 안전평가단장]

IV. 후쿠시마 후속 안전성 개선사항 이행 적합성 31

[보고 : KINS 안전평가단장]

V. 스위치야드 연계반 접지설비 설계 · 시공 38

[보고 : 한수원 신한울 1,2 PM]

I. 사고관리계획서 심사 관련 법제처 해석 결과

□ 검토배경

- 신한울 1호기 운영허가 신청 이후, 원안법 개정으로 운영허가 신청시 제출해야 하는 서류 추가*

* 예비해체계획서('15.7.시행, 3년 이내 제출), 사고관리계획서('16.6.시행, 3년 이내 제출), 방사성물질 등의 배출계획서('16.12.시행, 2년 이내 제출)

- 이에 원안위 사무처는 추가된 신청서류에 대한 운영허가 시 심사·심의 대상 여부를 명확히 하기 위해 법제처 법령해석을 요청('20.2.7.)

※ 법제처 법령 해석 : 중앙행정기관이 법령을 운영·집행하는 과정에서 해석상 의문이 있는 경우 법집행의 기준 마련을 위해 법제처에서 수행하는 유권해석

□ 주요 경위

- '14.12.01 (한수원) 신한울 1,2호기 운영허가 신청
- '15.01.20 해체관련 원자력안전법 개정('15.07.21.시행)
※ 신한울 1,2호기 예비해체계획서 제출 : '17.7.21
- '15.06.22 사고관리계획서 관련 원자력안전법 개정('16.06.23.시행)
※ 신한울 1,2호기 사고관리계획서 제출 : '19.6.21
- '15.12.01 배출계획서 관련 원자력안전법 개정('16.12.02.시행)
※ 신한울 1,2호기 배출계획서 제출 : '18.2.7
- '20.02.07 (원안위) 법제처에 법령해석 질의
- '20.05.06 (법제처) 법령해석요청에 대한 회신

□ 질의 요지

- 원전 운영허가 처분 시, 심사 및 심의의 대상이 되는 운영허가 신청 서류의 범위에 대하여 법제처 질의
- 신청 당시 제출된 운영허가 신청서류만을 대상으로 심의하여 운영허가 여부를 결정하는 것이 가능한지 여부
- 법률 개정으로 추가된 서류를 포함하여 심의한 후, 그 결과를 종합하여 운영허가 처분을 해야 하는지 여부

□ 법제처 회신 요약

- 운영허가 신청 당시 제출된 서류만으로 운영허가 여부를 결정할 수 있다고 붙임1과 같이 회신(20.5.6)
- “운영허가 여부와 관계없이” 개정법률 시행일로부터 3년 이내에 사고관리계획서를 제출하도록 경과규정을 둔 것은 사업자의 기득권 보호와 법적 안정성 유지를 위한 것임
- 또한 “운영허가 여부와 관계없이” 라고 명기하여 사고관리계획서의 심사와 운영허가와 별개로 이루어지는 절차임을 명문으로 규정한 것임
- 만약, 운영허가를 신청하여 기 심사중인 건에 대해 추가된 서류를 포함하여 운영허가 여부를 결정하게 되면 부칙 규정은 무의미해지며, 운영허가 신청자에게 불측(不測)의 부담을 지우게 되는 것임

붙임 1 : (법제처) 법령해석요청에 대한 회신문

질의제목 : 원자력안전위원회 - 원자력발전소의 운영허가 신청 후 법률이 개정되어 제출서류가 추가된 경우 운영허가에 필요한 서류의 범위(법률 제13078호 「원자력안전법」 부칙 제2조 등 관련)

관련문서 : 원자력안전위원회 원자력심사과 - 137(2020. 2. 7.)

1. 질의요지

가. 2015년 1월 20일 법률 제13078호로 개정되기 전의 「원자력안전법」 제10조제1항에 따라 발전용원자로 및 관계시설 건설허가를 받고 건설 중에 있는 자가 같은 법 제20조제2항에 따라 운영허가를 신청한 경우, 「원자력안전위원회의 설치 및 운영에 관한 법률」 제3조에 따른 원자력안전위원회(이하 “위원회”라 함)는 운영허가 신청 당시 제출된 서류만으로 운영허가 여부를 결정할 수 있는지 아니면 해체계획서를 포함하여 운영허가 여부를 결정해야 하는지?

나. 2015년 6월 22일 법률 제13389호로 개정되기 전의 「원자력안전법」 제20조제2항에 따라 발전용원자로 및 관계시설 운영허가를 신청한 경우, 위원회는 운영허가 신청 당시 제출된 서류만으로 운영허가 여부를 결정할 수 있는지 아니면 사고관리계획서를 포함하여 운영허가 여부를 결정해야 하는지?

다. 2015년 12월 1일 법률 제13545호로 개정되기 전의 「원자력안전법」 제20조제2항에 따라 발전용원자로 및 관계시설 운영허가를 신청한 경우, 위원회는 운영허가 신청 당시 제출된 서류만으로 운영허

가 여부를 결정할 수 있는지 아니면 배출계획서를 포함하여 운영허가 여부를 결정해야 하는지?

2. 회답

가. 질의 가

이 사안의 경우 위원회는 운영허가 신청 당시 제출된 신청서류만으로 운영허가 여부를 결정할 수 있습니다.

나. 질의 나

이 사안의 경우 위원회는 운영허가 신청 당시 제출된 신청서류만으로 운영허가 여부를 결정할 수 있습니다.

다. 질의 다

이 사안의 경우 위원회는 운영허가 신청 당시 제출된 신청서류만으로 운영허가 여부를 결정할 수 있습니다.

3. 이유

가. 질의 가

「원자력안전법」이 2015년 1월 20일 법률 제13078호로 개정되면서 제10조제2항 및 제20조제2항에서는 발전용원자로 및 관계시설을 건설하려는 자와 운영하려는 자가 건설허가 또는 운영허가를 받기 위해 허가

신청서를 제출할 때 첨부해야 하는 서류로 발전용원자로 및 관계시설의 해체계획서(이하 “해체계획서”라 함)를 추가하였는바, 이는 해체계획서를 건설허가 및 운영허가 시에 사전에 제출하도록 하여 실제 해체 시에 위원회가 해체 절차를 면밀히 점검할 수 있도록 하려는 취지입니다.¹⁾

그리고 「원자력안전법」이 법률 제13078호로 개정되면서 부칙 제2조 전단에서는 같은 법 시행 당시 종전의 규정에 따라 발전용원자로 및 관계시설을 건설 또는 운영 중에 있는 자는 같은 법 시행일부터 3년 이내에 해체계획서를 위원회에 제출하여 승인을 받아야 한다고 경과규정을 두었는데, 이는 「원자력안전법」이 법률 제13078호로 개정되기 전에는 건설허가 및 운영허가 신청 시 제출하지 않아도 되었던 서류가 추가됨에 따라 종전 규정에 따라 건설허가를 받아 건설 중에 있는 자와 이미 운영허가를 받아 운영 중인 자에 대한 기득권을 보호하고 법적 안정성을 유지하는 동시에 해체계획서 작성에 상당한 시간이 소요되는 점을 고려하여 개정 규정 시행일부터 3년 이내에 해당 서류를 추가로 제출하고 승인받도록 함으로써 해체계획서를 제출하도록 한 입법취지를 함께 달성하려는 것입니다.

그런데 이 사안과 같이 법률 제13078호로 개정되기 전의 「원자력안전법」에 따라 발전용원자로 및 관계시설의 건설허가를 받아 건설 중인 자가 법률 제13078호로 개정된 「원자력안전법」 제20조제2항이 시행되기 전에 운영허가를 신청한 경우는 법률 제13078호 부칙 제2조 전단에 따른 “이 법 시행 당시 종전의 규정에 따라 발전용원자로 및 관계시설을 건설 중에 있는 자”에 해당하는 것이 분명합니다.

따라서 이 사안의 발전용원자로 및 관계시설의 운영허가를 신청한 자는 위 부칙 규정에 따라 법률 제13078호 「원자력안전법」 제20조제2항

의 시행일부터 3년 이내에 해당 시설의 해체계획서를 위원회에 제출하여 승인을 받으면 되는 것이고, 위원회는 같은 부칙에 따른 해체계획서의 승인과는 별개로 법률 제13078호로 개정되기 전의 「원자력안전법」 제20조제2항에 따라 제출된 허가신청서와 첨부서류를 기준으로 운영허가 여부를 결정할 수 있다고 보아야 합니다.

만약 이와 달리 개정 전 규정에 따라 신청된 운영허가에 대해서도 법률 개정으로 추가된 서류까지 포함하여 운영허가 여부를 결정해야 한다고 본다면 개정규정 시행일부터 3년 이내에 해체계획서를 제출하도록 한 부칙 규정이 무의미해지고, 운영허가에 장기간이 소요되어 운영허가 신청자에게 불측의 부담을 지우게 된다는 점도 이 사안을 해석할 때 고려해야 합니다.

나. 질의 나

「원자력안전법」이 2015년 6월 22일 법률 제13389호로 개정되면서 제20조제2항에서는 발전용원자로 및 관계시설 운영허가를 받으려는 자가 허가신청서에 첨부하여 제출해야 하는 서류에 사고관리계획서가 추가되었고, 같은 법 부칙 제3조 전단에서는 제20조제2항의 개정규정 시행 당시 종전의 규정에 따라 발전용원자로 및 관계시설을 운영 중이거나 이미 운영허가를 신청하여 위원회에서 심사 중에 있는 자는 운영허가 여부와 관계없이 같은 개정규정 시행일부터 3년 이내에 같은 법에 따른 해당 시설의 사고관리계획서를 위원회에 제출해야 한다는 경과규정을 두었습니다.

이는 「원자력안전법」이 법률 제13389호로 개정되기 전에는 운영허가 신청 시 제출하지 않아도 되었던 서류가 추가됨에 따라 종전 규정에

따라 운영허가를 신청한 자와 이미 운영허가를 받아 운영 중인 자의 기득권을 보호하고 법적 안정성을 유지시키는 동시에, 사고관리계획서 작성에 상당한 시간이 소요되는 점을 고려하여 개정 규정 시행일부터 3년 이내에 해당 서류를 제출하도록 함으로써 안전규제 필요²⁾에 따라 사고관리계획서를 제출하도록 한 입법목적을 함께 달성하려는 것입니다.

그런데 법률 제13389호 「원자력안전법」 부칙 제3조 전단에서는 종전 규정에 따라 운영허가를 신청하여 위원회에서 심사 중에 있는 자에 대해 “운영허가 여부와 관계없이” 개정규정 시행일부터 3년 이내에 사고관리계획서를 제출하도록 규정하여, 같은 부칙 규정에 따른 사고관리계획서 제출과 법률 제13389호로 개정되기 전 「원자력안전법」 제20조 제2항에 따라 신청한 운영허가는 별개로 이루어지는 절차임을 명문으로 규정하고 있습니다.

따라서 위원회는 이 사안과 같이 법률 제13389호로 개정되기 전 「원자력안전법」 제20조제2항에 따라 운영허가를 신청한 자에 대해 운영허가 신청 시 제출한 허가신청서와 첨부서류를 기준으로 운영허가 여부를 결정할 수 있습니다.

만약 이와 달리 개정 전 규정에 따라 신청된 운영허가에 대해서도 법률 개정으로 추가된 서류까지 포함하여 운영허가 여부를 결정해야 한다고 본다면 개정규정 시행일부터 3년 이내에 사고관리계획서를 제출하도록 한 부칙 규정이 무의미해지고, 운영허가에 장기간이 소요되어 운영허가 신청자에게 불측의 부담을 지우게 된다는 점도 이 사안을 해석할 때 고려해야 합니다.

다. 질의 다

「원자력안전법」이 2015년 12월 1일 법률 제13545호로 개정되면서 제20조제2항에서는 발전용원자로 및 관계시설 운영허가를 받으려는 자가 허가신청서에 첨부하여 제출해야 하는 서류에 액체 및 기체 상태의 방사성물질등의 배출계획서(이하 “배출계획서”라 함)가 추가되었고, 같은 법 부칙 제2조에서는 제20조제2항의 개정규정 시행 당시 종전의 규정에 따라 발전용원자로 및 관계시설을 운영 중에 있는 자 또는 운영하기 위하여 허가를 신청한 자는 개정규정 시행일부터 2년 이내에 배출계획서를 위원회에 제출하여 승인을 받아야 한다고 경과규정을 두었습니다.

이는 「원자력안전법」이 법률 제13545호로 개정되기 전에는 운영허가 신청 시 제출하지 않아도 되었던 서류가 추가됨에 따라 종전 규정에 따라 이미 운영 중에 있는 자 또는 운영허가를 신청한 자의 기득권을 보호하고 법적 안정성을 유지시키는 동시에, 배출계획서 작성에 상당한 시간이 소요되는 점을 고려하여 개정규정 시행일부터 2년 이내에 해당 서류를 제출하도록 함으로써 액체 혹은 기체 형태의 방사성폐기물 배출에 따른 국민피해의 예방³⁾이라는 입법취지를 함께 달성하려는 것입니다.

그렇다면 이 사안과 같이 법률 제13545호로 개정되기 전의 「원자력안전법」 제20조제2항에 따라 운영허가를 신청한 자는 위 부칙 규정에 따라 개정규정 시행일부터 2년 이내에 배출계획서를 위원회에 제출하여 승인을 받으면 되는 것이고, 위원회는 개정 전 규정에 따라 이루어진 운영허가 신청에 대한 배출계획서 승인 여부와는 별개로 운영허가 신청 당시 제출된 허가신청서와 첨부서류를 기준으로 운영허가 여부를 결정할 수 있다고 보아야 합니다.

만약 이와 달리 개정 전 규정에 따라 신청된 운영허가에 대해서도 법률 개정으로 추가된 서류까지 포함하여 운영허가 여부를 결정해야 한다고 본다면 개정규정 시행일부터 2년 이내에 배출계획서를 제출하도록 한 부칙 규정이 무의미해지고, 운영허가에 장기간이 소요되어 운영허가 신청자에게 불측의 부담을 지우게 된다는 점도 이 사안을 해석할 때 고려해야 합니다.

<관계 법령>

「원자력안전법」(2015. 1. 20. 법률 제13078호로 일부개정되어 2015. 7.

21. 시행된 것)

제20조(운영허가) ① 발전용원자로 및 관계시설을 운영하려는 자는 대통령령으로 정하는 바에 따라 위원회의 허가를 받아야 한다. (후단 및 단서 생략)

② 제1항의 허가를 받으려는 자는 허가신청서에 발전용원자로 및 관계시설에 관한 운영기술지침서, 최종안전성분석보고서, 운전에 관한 품질보증계획서, 방사선환경영향평가서(제10조제2항에 따라 제출된 방사선환경영향평가서와 달라진 부분만 해당한다), 발전용원자로 및 관계시설의 해체계획서(제10조제2항에 따라 제출된 해체계획서와 달라진 부분만 해당한다) 및 총리령으로 정하는 서류를 첨부하여 위원회에 제출하여야 한다.

③ (생략)

부 칙 <법률 제13078호, 2015. 1. 20.>

제2조(해체계획서의 승인에 관한 경과조치) 이 법 시행 당시 종전의 규정에 따라 발전용원자로 및 관계시설, 연구용 또는 교육용 원자로 및 관계시설, 핵연료주기시설을 건설 또는 운영 중에 있는 자는 이 법 시행일부터 3년 이내에 이 법에 따른 해당 시설의 해체계획서를 위원회에 제출하여 승인을 받아야 한다. 이 경우 위원회에 제출하여 승인받은 해체계획서는 제10조제2항, 제20조제2항, 제30조제2항, 제30조의2제2항, 제35조제3항의 개정규정에 따라 위원회에 제출된 해체계획서로 본다.

「원자력안전법」(2015. 6. 22. 법률 제13389호로 일부개정되어 2016. 6.

23. 시행된 것)

제20조(운영허가) ① 발전용원자로 및 관계시설을 운영하려는 자는 대통령령으로 정하는 바에 따라 위원회의 허가를 받아야 한다. (후단 및 단서 생략)

② 제1항의 허가를 받으려는 자는 허가신청서에 발전용원자로 및 관계시설에 관한 운영기술지침서, 최종안전성분석보고서, 사고관리계획서(중대사고관리계획을 포함한다), 운전에 관한 품질보증계획서, 방사선환경영향평가서(제10조제2항에 따라 제출된 방사선환경영향평가서와 달라진 부분만 해당한다), 발전용원자로 및 관계시설의 해체계획서(제10조제2항에 따라 제출된 해체계획서와 달라진 부분만 해당한다) 및 총리령으로 정하는 서류를 첨부하여 위원회에 제출하여야 한다.

③ (생략)

부 칙 <법률 제13389호, 2015. 6. 22.>

제3조(사고관리계획서에 관한 경과조치) 제20조제2항의 개정규정 시행 당시 종전의 규정에 따라 발전용원자로 및 관계시설을 운영 중이거나 이미 운영허가를 신청하여 위원회에서 심사 중에 있는 자는 운영허가 여부와 관계없이 같은 개정규정 시행일부터 3년 이내에 이 법에 따른 해당 시설의 사고관리계획서를 위원회에 제출하여야 한다. 이 경우 위원회에 제출한 사고관리계획서는 제20조제2항의 개정규정에 따라 위원회에 제출된 사고관리계획서로 본다.

「원자력안전법」 (2015. 12. 1. 법률 제13545호로 일부개정되어 2016. 12. 2. 시행된 것)

제20조(운영허가) ① 발전용원자로 및 관계시설을 운영하려는 자는 대통령령으로 정하는 바에 따라 위원회의 허가를 받아야 한다. (후단 및 단서 생략)

② 제1항의 허가를 받으려는 자는 허가신청서에 발전용원자로 및 관계시설에 관한 운영기술지침서, 최종안전성분석보고서, 사고관리계획서(중대사고관리계획을 포함한다), 운전에 관한 품질보증계획서, 방사선환경영향평가서(제10조제2항에 따라 제출된 방사선환경영향평가서와 달라진 부분만 해당한다), 발전용원자로 및 관계시설의 해체계획서(제10조제2항에 따라 제출된 해체계획서와 달라진 부분만 해당한다), 액체 및 기체 상태의 방사성물질등의 배출계획서[부지별, 기간별, 핵종군(核種群)별 배출총량을 포함한다] 및 총리령으로 정하는 서류를 첨부하여 위원회에 제출하여야 한다.

③ (생략)

부 칙 <법률 제13545호, 2015. 12. 1.>

제2조(액체 및 기체 상태의 방사성물질등의 배출계획서의 승인에 관한 경과조치) 이 법 시행 당시 종전의 규정에 따라 발전용원자로 및 관계시설을 운영 중에 있는 자 또는 운영하기 위하여 허가를 신청한 자는 이 법 시행일부터 2년 이내에 액체 및 기체 상태의 방사성물질등의 배출계획서를 위원회에 제출하여 승인을 받아야 한다.

-
- 1) 2015. 1. 20. 법률 제13078호로 일부개정된 「원자력안전법」 개정이유 및 주요내용 참조
 - 2) 2015. 6. 22. 법률 제13389호로 일부개정된 「원자력안전법」 개정이유 및 주요내용 참조
 - 3) 2015. 12. 1. 법률 제13545호로 일부개정된 「원자력안전법」 개정이유 및 주요내용 참조

표. 중대사고정책 이행의 적합성

원자력발전소 중대사고 정책(2001.8) :

행정명령으로 사업자가 확률론적안전성평가(PSA) 수행, 중대사고 대처능력 확보, 중대사고 관리계획을 수립토록 조치한 사항

□ 확률론적 안전성평가(PSA) 검토 결과

※ 운영허가 심사보고서, 'VIII. 기타 심사사항 심사 결과 - 제1장'

- (수행범위) 중대사고정책 이행계획에 따른 범위(전출력 내·외부* 1,2,3단계 및 정지·저출력 1단계)에 추가로 정지저출력 내부 2단계를 수행하였음을 확인

* 내부사건 : 기기의 고장과 운전원 오류로 인해 원자로 정지를 유발하는 사건

외부사건 : 내부사건 이외의 내·외부적 재해로 인해 원자로 정지를 유발하는 사건

구 분	PSA 수행 범위
가동원전	전출력 : 내부 및 외부사건 1, 2단계 정지저출력(일부 원전 수행) : 내부사건 1단계
신규원전 (신고리 3,4 이후)	전출력 : 내부 및 외부사건 1, 2, 3단계 정지저출력 : 내부 및 외부사건 1단계

- 한수원은 중대사고 정책 이행을 위해 당시 가동 및 건설 예정 원전 PSA 수행 계획 제출 (2001년 9월)

- ① 가동원전(고리 1~4호기, 월성 1~4호기, 영광 1~4호기, 울진 1~4호기)

☞ 전출력 내·외부사건 1, 2단계 수행

- ② 건설원전(영광 5,6호기, 울진 5,6호기, 신고리 1,2호기, 신월성 1,2호기)

☞ 가동원전 PSA 수행 범위에 정지저출력 내부사건 1단계 PSA 추가

- ③ 신형경수로원전(신고리 3,4호기)

☞ 건설원전 PSA 수행 범위에 전출력 3단계 및 정지저출력 외부사건 1단계 PSA 추가

- 중대사고 정책 이행계획에 따라 신한울 1호기 PSA 제출

☞ 신고리 3,4호기 PSA 수행 범위에 정지저출력 내부사건 2단계 추가

○ (모델 적합성) 국내·외 사용되는 일반적 PSA 방법론 및 입력자료를 분석에 사용하였음을 확인

- (1단계 내부사건 PSA) NUREG/CR-2300(PRA Procedures Guide), NUREG/CR-2815(PSA Procedures Guide) 등 사용
- (화재 PSA) EPRI TR-105928(Fire PRA Implementation Guide) 등 사용
- (침수 PSA) NUREG-1407(Procedural and Submittal Guidance for the Individual Plant Examination for Severe Accident Vulnerabilities) 등 사용
- (지진 PSA) EPRI TR-103959(Methodology for Developing Seismic Fragilities) 등 사용
- (2단계 PSA) NUREG-1150(Severe Accident Risks : An Assessment for Five U.S NPPs) 등 사용
- (3단계 PSA) NUREG-1150 등 사용
- (정지·저출력 PSA) NUREG/CR-6144(Evaluation of Potential Severe Accidents During Low Power and Shutdown Operations at Surry, Unit 1) 등 사용

○ (PSA 결과) 정량적 안전목표 및 성능목표를 만족함을 확인

단계	출력	사건	평가 결과		합계	안전 및 성능목표
1 단계	전출력	내부	[]		[]	노심손상빈도 <1.0E-05/yr
		외부	[]			
	정지저출력	내부	[]			
		외부	[]			
2 단계	전출력	내부	[]		[]	대량조기방출빈도 <1.0E-06/yr
		외부	[]			
	정지저출력	내부	[]			
3 단계	전출력	내부	초기사망 리스크	[]	초기사망 리스크 []	초기사망 리스크 (5.0E-07/yr)
			암사망 리스크	[]		
		외부	초기사망 리스크	[]	암사망 리스크 []	암사망 리스크 (1.0E-06/yr)
			암사망 리스크	[]		

□ 중대사고 대처능력 확보에 대한 검토 결과

※ 운영허가 심사보고서, 'FSAR 6.2.7절(중대사고 현상분석)'

○ 원자로격납건물의 건전성 유지 및 핵분열생성물 누출 방지를 위한 중대사고 대처능력 확인

○ 중대사고 종합보고서 검토를 통해 중대사고 시 발생할 수 있는 주요 원자로격납건물 위험요인*에 대한 대처능력 확인

* ①가연성기체 연소/폭발, ②노심용융물과 콘크리트 반응, ③노심용융물과 냉각수 반응, ④노심용융물 고압분출 및 원자로격납건물 직접가열, ⑤원자로격납건물 고온/과압

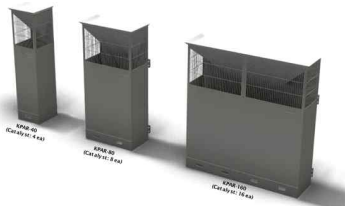
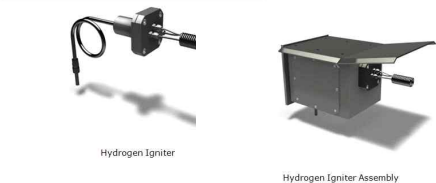
- (가연성기체 연소/폭발) 중대사고 시 발생할 수 있는 가연성기체를 제거하여 폭발을 방지

※ 한수원 조치사항

- 원자로격납건물 내부 수소 제어를 위해 피동축매형수소재결합기 30대, 수소점화기 10대 설치
- 중대사고 시 원자로격납건물 내 수소 거동 분석 결과 및 수소에 의한 하중 분석 결과 제출

※ KINS 검토사항

- 수소 거동 분석 결과 검토를 통해, 모든 핵연료피복재 금속과 물이 반응하여 생성되는 수소를 고려하더라도 원자로격납건물 내 수소 농도가 평균 [] 이하로 유지되어 허용기준(10% 이내)을 만족함을 확인
- 수소 하중 분석 결과 검토를 통해, 최대 수소 하중은 [] psia로 원자로격납건물 중대사고 압력 제한치인 [] psia보다 낮아 원자로격납건물의 건전성이 유지됨을 확인

피동축매형수소재결합기	수소점화기
	

- (노심용융물과 콘크리트 반응) 노심용융물과 콘크리트 반응에 의한 원자로공동 기초콘크리트 용융관통을 방지

※ 한수원 조치사항

- 원자로압력용기 파손 후 방출되는 노심용융물 냉각을 위한 원자로공동 침수계통 설치 및 노심용융물 냉각에 유리한 콘크리트 추가 타설
- 충수된 원자로공동에서 노심용융물과 콘크리트 반응에 의한 콘크리트 침식 분석 결과 제출

※ KINS 검토사항

- 노심용융물 콘크리트 반응 분석 결과 검토를 통해, 원자로공동 침수계통의 자연 작동을 고려하더라도 기초콘크리트 침식 깊이가 최대 []cm로써, (기초콘크리트 두께: []cm) 용융관통이 발생하지 않음을 확인

- (노심용융물과 냉각수 반응) 원자로압력용기 내·외부에서 노심용융물과 냉각수 반응에 의해 원자로격납건물의 건전성 평가

※ 한수원 조치사항

- 원자로압력용기 내·외부 증기폭발 분석 결과 제출
- 노내 증기폭발에 의한 원자로압력용기 구조 건전성 및 노외 증기폭발에 의한 원자로격납건물 구조 건전성 평가 결과 제출

※ KINS 검토사항

- 증기폭발 및 구조 건전성 평가에 사용된 코드의 적합성과 증기폭발 평가 방법론의 타당성 확인
- 증기폭발 및 구조 건전성 평가 결과 검토를 통해, 증기폭발에 의한 최대 폭발압력([]MPa) 및 최대폭발충격량([]kPa·s)이 원자로격납건물의 건전성 유지를 위한 압력([]MPa) 및 충격량([]kPa·s) 이하임을 확인

- (노심용융물 고압분출 및 원자로격납건물 직접가열) 중대사고 시 노심용융물 고압분출 및 원자로격납건물 직접가열 현상을 방지

※ 한수원 조치사항

- 노심용융물 고압분출을 방지하기 위해 POSRV 4대를 설치하여 원자로 냉각재계통의 급속감압이 가능하도록 설계
- 원자로격납건물 직접가열 현상을 방지하기 위해 원자로공동에서 원자로 격납건물 대기로 연결되는 유로를 나선형으로 설계
- 급속감압계통 작동 시 원자로냉각재계통 압력거동에 대한 분석 결과 제출

※ KINS 검토사항

- 노심용융물 고압분출 및 원자로격납건물 직접가열을 방지하기 위한 설계의 타당성 확인
- 급속감압 성능평가 결과 검토를 통해, POSRV 개방 시 원자로냉각재계통 압력은 소형냉각재상실사고에서 최대 [] psia로써, 노심용융물 고압분출 방지를 위한 압력인 [] psia보다 낮음을 확인

- (원자로격납건물 고온/과압) 중대사고 시 고온/과압의 환경 조건에서 원자로격납건물의 건전성 유지

※ 한수원 조치사항

- 중대사고 시 원자로격납건물 내부 압력 제어를 위해 비상원자로격납건물 살수보조계통(ECSBS) 설치
- 노심 손상 이후 []시간 동안 원자로격납건물의 압력 거동 분석 결과 제출

※ KINS 검토사항

- 비상원자로격납건물살수보조계통 설계 및 작동 전략의 타당성 확인
- 원자로격납건물 압력 거동 분석 결과 검토를 통해, 노심손상 이후 24시간 동안 원자로격납건물 압력은 최대 [] psia로써, 원자로격납건물 중대사고 압력 제한치인 [] psia보다 낮음을 확인

□ 중대사고 관리계획 수립의 적합성 검토 결과

※ 운영허가 심사보고서, 'VIII. 기타 심사사항 심사 결과 - 제1장'

○ PSA 및 중대사고 분석 결과에 근거하여 중대사고관리지침서*와 관련 문서/프로그램**이 적절하게 개발되었음을 확인

* 중대사고관리지침서(SAMG): 발전소에서 사고가 발생하여 노심 손상이 예상되는 경우 사고의 확대를 방지하고 안전한 상태로 회복하기 위해 사용하는 지침서

** 발전소 고유 작성자지침서, 검증 프로그램, 훈련 프로그램, 유지관리 프로그램

○ 중대사고관리지침서는 응급, 제어, 완화, 감시, 종료 지침서로 구성되어 단계별 대처전략이 체계적으로 수립되었음을 확인

구분	지침서 번호	제목
응급	응급-01	중대사고 주제어실 지침서
	응급-02	정지냉각계통 운전중 중대사고 주제어실 지침서
제어	제어-01	전략수행제어도
완화	완화-01	원자로냉각재계통 감압
	완화-02	증기발생기 급수 주입
	완화-03	원자로냉각재계통 냉각수 주입
	완화-04	원자로공동 냉각수 주입
	완화-05	핵분열생성물 방출 제어
	완화-06	원자로건물 상태 제어
	완화-07	원자로건물 내 수소 제어
	완화-08	사용후연료저장조 상태 제어
감시	감시-01	장기 관심사항 감시
종료	종료-01	중대사고관리 종료

- (응급) 비상기술지원실 발족 전 중대사고 발생 시 발전소를 안전한 상태로 유지하기 위해 필요한 주제어실 운전원 조치사항이 적절히 기술되었음을 확인

- (제어) 비상기술지원실 발족 후 발전소 상태를 진단하고 발전소 상태에 따라 수행할 적합한 완화 지침서를 선정할 수 있도록 기술되었음을 확인

- (완화) 총 8개의 지침서로 구성되어 있으며, 각 지침서에는 완화전략 수행을 위한 수단 확인, 전략 수행 여부 결정, 전략 수행 방법 결정, 전략 수행, 전략 종결의 5가지 단계로 체계적으로 기술되었음을 확인

<예: 완화-03 원자로냉각재계통 냉각수 주입 수행 전략>

단계	단계명	세부 사항
1	수단 확인	안전주입펌프
		정지냉각펌프
		원자로건물 살수펌프
		충전펌프
		이동형 펌프차
2	전략 수행 여부 결정	노심 재충수 가능성 판단
		냉각수 주입으로 인한 부정적 영향 평가
		냉각수 주입 실시 여부 결정
3	전략 수행 방법 결정	냉각수 주입에 사용할 계통 및 유로 선정
		냉각수 주입 시 제한 사항 파악
4	전략 수행	주제어실에 냉각수 주입 실시 지시
		냉각수 주입 성공 여부 확인
		부정적 영향에 대한 완화조치 필요 여부 결정
		추가적 냉각수 주입 필요 여부 결정
5	전략 종결	냉각수 주입으로 인한 장기 관심사항 확인

- (감시) 완화 전략이 수행된 이후 전략 및 계통의 기능이 장기적으로 지속될 수 있도록 필요한 조치가 적절히 기술되었음을 확인
- (종료) 중대사고관리지침서 종료 후 발전소의 장기적 회복 조치를 수행하기 위해 필요한 정보를 비상기술지원실에 제공할 수 있도록 적절히 기술되었음을 확인
- 발전소 고유 작성자 지침서는 중대사고관리지침서 작성 시 지침서 간의 일관성을 유지하기 위한 작성지침이 적절하게 기술되었음을 확인

- 검증 프로그램은 중대사고관리지침서가 완화전략을 수행하는데 적합하게 작성되었는지 검증하기 위한 절차가 적절하게 기술되었음을 확인
 - (사용적합성 평가) 중대사고관리지침서의 상세정도 및 이해 가능성을 평가할 수 있도록 기술되었음을 확인
 - (운전적합성 평가) 중대사고관리지침서에 발전소 설비가 적절하게 반영 되었으며, 운전원조치가 적절하게 수행될 수 있는지 평가할 수 있도록 기술되었음을 확인
- 훈련 프로그램은 운전원이 중대사고관리지침서의 구성 및 기술적 배경을 이해하고 사고완화전략을 수행할 수 있도록 적절하게 기술되었음을 확인
 - (교육훈련 체계) 최초교육, 재교육, 개정사항 교육으로 구분하여 운전원이 실제적인 중대사고 관리능력을 갖출 수 있도록 기술되었음을 확인
- 유지관리 프로그램은 중대사고관리지침서 개정 시 필요한 절차와 주기적인 관리 방안이 적절하게 기술되었음을 확인
 - (개정 절차) 개정요구서 발행, 개정팀 구성, 개정여부 검토, 개정 승인 등의 중대사고관리지침서 개정 절차가 적절하게 기술되었음을 확인
 - (주기 검토) 중대사고관리지침서에 대해 최종 개정일 또는 주기검토서 승인일로부터 정해진 주기 내 검토를 수행하도록 적절하게 기술되었음을 확인

중대사고정책 이행 경위

- 2001.08. : 제17차 원자력안전위원회4), “원자력발전소 중대사고 정책(안)” 의결
- 2001.08. : 과학기술부, “중대사고 정책 이행계획” 제출 요구
- 원자력발전소 중대사고 정책 통보, 원안71231-751(2001.08.30.)

과 학 기 술 부																																									
<div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> 우 427-760 / 경기도 과천시 중앙동1 /전화 02)503-7650 /전송02)503-3364 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> 원자력안전과 과장 김창우 사무관 이경우 담당자 신중환 </div>																																									
문서번호 원안71231-751 시행일자 2001.08.30 (30년) 수 신 한국수력원자력(주) 사장 참 조				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td rowspan="4" style="width: 20px;">선 람</td> <td colspan="2"></td> <td rowspan="4" style="width: 20px;">지 시</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td rowspan="3" style="width: 20px;">접 수</td> <td style="width: 40px;">일자</td> <td rowspan="3" style="width: 40px;"></td> <td rowspan="3" style="width: 20px;">결 재</td> <td rowspan="3" style="width: 40px;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 40px;">시간</td> <td rowspan="2" style="width: 20px;">공 람</td> <td rowspan="2" style="width: 40px;"></td> </tr> <tr> <td style="width: 40px;">번호</td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="width: 40px;">처리과</td> <td colspan="2"></td> <td rowspan="3" style="width: 20px;">심 사 자</td> <td rowspan="3" style="width: 40px;"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="width: 40px;">담당자</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td style="width: 40px;">심사자</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>						선 람			지 시			접 수	일자		결 재		시간	공 람		번호			처리과			심 사 자				담당자					심사자		
선 람			지 시																																						
	접 수	일자			결 재																																				
		시간					공 람																																		
		번호																																							
		처리과			심 사 자																																				
		담당자																																							
		심사자																																							
제 목 원자력발전소 중대사고 정책 통보																																									
<p>1. 우리 부는 원자력발전소에서 중대사고가 일어날 가능성과 중대사고로 인한 피해를 최소화하기 위하여 1991년부터 원자력 관계전문가 및 관계기관의 협의를 거쳐 「원자력발전소 중대사고 정책」 수립을 추진하여 왔습니다.</p> <p>2. 이와 관련, 2001.8.29 제17차 원자력안전위원회에서 동 정책을 심의·의결하였는 바, 이를 알려드리니 관련업무에 반영하여 추진해 주시기 바라며 동 정책 이행사항 중 각 원전에 대한 확률론적안전성평가(PSA)는 세부 수행계획을 수립하여 2001.9.15까지 우리부에 제출, 승인을 받은 후 추진하여 주시기 바랍니다.</p> <p>붙임 : 원자력발전소 중대사고 정책 1부, 끝.</p>																																									
<p style="font-size: large;">과 학 기 술 부 장</p> <p style="font-size: small;">전결 원자력안전과장 김창우</p>																																									

4) 당시 원자력안전위원회는 원자력 안전규제 권한을 가진 과학기술부장관의 자문 위원회로서, 과학기술부장관이 위원장을 맡고 있었음.

Ⅲ. 중대사고 정책

1. 안전목표

원자력발전소의 사고로부터 부지 인근의 주민 개인이 받을 수 있는 초기사망 위험도는 기타 사고에 의한 전체 초기사망 위험도의 0.1%를 초과하지 않아야 한다. 또한 원자력발전소 주변지역의 주민 집단이 원자력발전소의 운전으로 인해 받을 수 있는 암사망 위험도는 기타 원인에 의한 전체 암사망 위험도의 0.1%를 초과하지 않아야 한다. 이러한 안전목표를 달성하기 위해 원자로 노심의 손상을 예방하고 격납시설에 의한 방사성 물질의 방출을 저감하기 위한 성능목표를 설정한다.

2. 확률론적 안전성 평가

발전용원자로 설치·운영자는 위험도를 가능한 한 낮출 수 있는 방안을 찾기 위해 확률론적 방법으로 원자력발전소의 안전성을 평가하여야 한다. 특히, 원자로 노심의 손상을 초래할 가능성이 큰 사고 시나리오에 대해서는 발전소 설계나 운영 절차의 사고 예방과 완화능력을 향상시킬 수 있는 사항들을 평가하고 비용-편익을 고려하여 이를 보완하여야 한다.

3. 중대사고 대처능력

원자력발전소는 중대사고 예방을 위해 원자로 노심의 손상을 방지하는 능력을 갖추어야 한다. 또한 원자로 격납시설은 원자로 노심이 손상되더라도 사고결과(영향)를 완화할 수 있도록 구조적 건전성과 핵분열 생성물의 방출에 대한 방벽의 기능을 유지하여야 한다.

4. 중대사고 관리계획

발전용원자로 운영자는 중대사고 발생에 대비하여 중대사고 관리계획을 수립하고 이를 이행하여야 한다. 이 계획은 사고관리 전략, 사고관리 수행조직, 사고관리지침서, 교육·훈련, 계측기 및 필수정보 분석등에 관한 사항을 포함하여야 한다.

Ⅲ. POSRV 심 · 검사 결과

□ 관련 요건

- 원자로시설 등의 기술기준에 관한 규칙 제22조(원자로냉각계통 등), 제37조(과압방지), 제63조(시험·감시·검사 및 보수)
- 주요 심사내용
 - POSRV⁵⁾의 방출용량 결정을 위한 고온과압보호 해석의 적절성 확인
 - 다양한 밸브의 조합으로 구성된 POSRV의 시험 가능성, 시험 항목 및 운영기술지침서의 기술내용 등에 대한 적합성 검토

□ 심사 결과

※ 운영허가 심사보고서, 'FSAR 5.2.2절(과압보호), 부록 5A(핵증기공급계통에 대한 과압보호)'

- (기능) 설계기준사고시 고온과압보호기능을 수행할 수 있음을 확인
 - 원자로냉각재압력경계로서 ASME Sec. III. Class 1 요건에 따라 설계·제작
 - 원자로냉각재계통에 가장 심각한 압력증가를 유발하는 과도현상인 '지연된 원자로정지를 동반한 부하상실 사건'에 대한 과도해석을 통하여 해당 사건 기간 동안 원자로냉각재계통의 최대 압력이 설계압의 110% 이내로 유지될 수 있도록 방출용량 및 개방 설정치가 결정
- (신뢰성 및 운전가능성 보증을 위한 시험·점검) POSRV를 구성하는 각각의 밸브들에 대해 개별적으로 KEPIC MO 요건이 적용되어 가동 전·가동 중 시험이 수행

5) POSRV: Pilot Operated Safety Relief Valve, 파일롯트구동 안전방출밸브

□ 사용 전 검사 결과

※ 사용 전 검사보고서, 'IV. 고온기능검사 중 4.2.2.4절(일차압력방출계통 시험)'

○ 고온과압보호 기능 및 안전감압 기능을 확인

● 고온과압보호 기능 확인

1) [] 6)의 개방 압력설정치 확인([] 7)

- 계통압 [] kg/cm²에서 수행, 주밸브의 동작 없이 [] 동작 확인
- 허용기준: 설정압([] kg/cm²)±[]% 이내, 2회 연속 성공 요구

2) []에 의한 주밸브 동작시간 확인([] 8)

- 계통압 [] kg/cm²에서 수행
- 허용기준: 열림 []초, 닫힘 []초 이하

3) 시트누설 확인

- 허용기준: RCS 정상운전 온도/압력 조건에서 각 밸브의 후단 온도가 최소 24시간 동안 고온경보값 이내를 유지하여 시트누설(내부누설)이 없어야 함

● 안전감압 기능 확인

1) [] 9)에 의한 주밸브 동작시간 확인([] 10)

- 계통압 [] kg/cm²에서 수행
- 허용기준: 열림 []초, 닫힘 []초 이하

2) [] 개별동작시험

- 계통압 [] kg/cm²에서 수행, 주밸브의 동작 없이 [] 동작여부 확인

○ POSRV 누설저감 조치가 반영된(참고.1 참조) POSRV 시험 결과, 한 차례 주밸브 1대(V201)의 후단 온도가 고온경보값([]℃)을 초과하여 누설시험에 실패한 바 있음(2019.12).

○ 해당 밸브 정비 후 재시험을 수행하여 허용기준을 모두 만족 (2020.01, 참고.2 참조)

6) []

7) []

8) []

9) []

10) []

가압기 POSRV 누설저감 조치 주요 내용

한수원 조치 요약

가. 밸브 내장품 변경

- 주밸브, 모터구동 파일롯밸브(MOPV), 체크밸브에 플렉시블 디스크, 분리형 시트, 하드페이싱 등을 적용
- POSRV 재단힘 후의 기밀성 유지 능력을 강화하려는 조치이며, 압력방출밸브에 적용하는 일반적인 누설저감 조치

주밸브	전단 MOPV	후단 MOPV	체크밸브
[]	[]	[]	[]
플렉서블 디스크	분리형 디스크	플렉서블 디스크, 분리형 시트, 하드페이싱(디스크/시트)	플렉서블 디스크, 분리형 시트, 하드페이싱(시트)

나. 단열재 변경

- 블랭킷(blanket) 형식에서 카세트(cassette) 형식으로 변경
 - POSRV 몸체 단열성능 유지 시의 시공성과 재현성을 증진

기존 단열재(Blanket Type)	변경 단열재(Cassette Type)
[]	[]

다. 주밸브 동작시험 조건 변경

- 주밸브 동작시간(열림:[]초, 닫힘:[]초 이내) 측정 시험([])의 압력조건을 고압([] kg/cm²)에서 저압([] kg/cm²)으로 변경
 - 재단힘 시 발생 가능한 불필요한 충격에 따른 누설 가능성 저감
 - ※ 설계 특성 상 계통압력이 낮은 경우 주밸브의 동작시간이 지연될 수 있어, 동작시험 조건 변경은 보다 보수적인 조건임
 - ※ 한수원(주) 및 제작사는 저압에서의 시험이 주밸브의 작동성 확인에 충분하며, 동일 형식 밸브가 설치된 독일 원전에서도 동일 압력에서 시험을 수행하고 있음을 설명

참고 2

신한울1호기 POSRV 개선품[누설저감 조치 수행] 시험 현황

수행일 (2019년)	시험명	시험설명	기준치	결과
11.28(목)	[] [] V200~203	목적 : 급속감압기능 확인 (운전원에 의한 수동 감압) 방법 : MCR에서 [] 조작 후 주밸브 동작 시간 측정	열림[] 단힘[]	<u>합격</u>
11.28(목)	[] [] V200~203	목적 : 과압보호기능 확인(설정치에 의한 자동 감압) 방법 : 시험장비로 [] 동작에 의한 주밸브 동작 시간 측정	열림[] 단힘[]	<u>합격</u>
12.06(금)	[] 개별동작시험 [] V200~203	목적 : 계통압력 []에서 [] 동작확인 방법 : []를 한 대씩 열림·단힘 확인 (주밸브 동작 없음)	[] 열림/단힘 정상 작동 확인 (MCR)	<u>합격</u>
12.09(월)	[] [] V200~203	목적 : [] 설정치 확인 (자동 감압 동작 설정치 확인) 방법 : 시험장비를 이용하여 [] 열림·단힘 설정치 확인 (주밸브 동작 없음)	열림 - [] ※ []	<u>합격</u>
12.15(금)	누설시험 [] V200~203	목적 : 정상운전 온도·압력[]에서 모든 밸브 후단 누설 없음 확인 방법 : 모든 밸브 후단 온도 []에서 안정화 후 [] 동안 일정 수준 변화 없이 유지	경보값 : [] (모든 밸브 후단)	<u>실패</u> 주밸브 V201 누설로 시험 실패

● 주밸브(V201) 정비 후 재시험

수행일 (2020년)	시험명	시험설명	기준치	결과
1.6(월)	[] [] V201	목적 : 급속감압기능 확인 (운전원에 의한 수동 감압) 방법 : MCR에서 MOPV 조작 후 주밸브 동작 시간 측정	열림[] 단힘[]	<u>합격</u>
1.6(월)	[] [] V201	목적 : 과압보호기능 확인(설정치에 의한 자동 감압) 방법 : 시험장비로 SLPV 동작 및 주밸브 동작 시간 측정	열림[] 단힘[]	<u>합격</u>
1.8(수)	[] 개별동작시험 [] V201	목적 : 계통압력 100kg/cm ² 이상에서 MOPV 동작확인 방법 : []를 한 대씩 열림·단힘 확인 (주밸브 동작 없음)	MOPV 열림/단힘 정상 작동 확인 (MCR)	<u>합격</u>
1.10(금)	[] [] V201	목적 : [] 설정치 확인 (자동 감압 동작 설정치 확인) 방법 : 시험장비를 이용하여 [] 열림·단힘 설정치 확인 (주밸브 동작 없음)	열림 - [] ※ []	<u>합격</u>
1.12(일) ~ 1.13(월)	누설시험 [] V200~203	목적 : 정상운전 온도·압력[]에서 모든 밸브 후단 누설 없음 확인 방법 : 모든 밸브 후단 온도[]에서 안정화 후 [] 동안 일정 수준 변화 없이 유지	경보값 : [] (모든 밸브 후단)	<u>합격</u>

POSRV 누설 사례 비교

발전소	시험 및 정비 단계	시험 및 정비 기간	누설 밸브 이력
신고리3호기	운영허가 이전		
	[] []	[]	[]
	운영허가 이후		
	[] [] []	[]	[] [] [] [] ¹¹⁾
			[] [] []
			[]
			[]
	[]	[]	[]
	[]	[]	[] [] []
	[]	[]	[] [] [] 체크밸브 : 8대
신고리4호기	운영허가 이전		
	[] []	[]	[] []
	운영허가 이후		
	간이 정비	[]	[] []
신한울1호기	운영허가 이전		
	[] []	[]	[]

IV. 후쿠시마 후속 안전성 개선사항 이행 적합성

□ 배경

- 건설허가 심사 중 신한울 1,2호기 대상 33개 대책 수립('11.05.)
 - (신한울 1,2호기 건설허가) 국내원전 개선대책 총 50개 사항 중 33개 사항 적용을 허가 (가동원전 해당 사항 및 비원전 분야 사항 등 17개 제외)
- 각 개선사항의 조치(설계, 평가, 시공, 설치, 시험 등) 적합성에 대한 검토, 현장 점검, 입회 등을 통해 적합성을 종합 확인
 - ※ 운영허가 심사보고서, 'VIII. 기타 심사사항 심사 결과 제2장'

□ 33개 개선사항(5개 분야) 적합성 확인 결과 요약

1. 지진에 의한 구조물 안전성 (4개 사항)

항목	주요 사항
(1-1) 지진 자동정지설비 설치	<p>[개선사항]</p> <p>안전정지지진(Safe Shutdown Earthquake, SSE) 수준의 지진이 감지될 경우, 원자로가 자동 정지되도록 설비를 개선</p> <p>[확인결과]</p> <p>내진범주 I급 지진원자로자동정지계통(지진감시기 4개) 설치 및 실증시험을 통한 기능 적합성 등 확인</p>
(1-2) 안전정지유지계통 내진성능 개선	<p>[개선사항]</p> <p>설계기준 초과 지진에 대비해 안전정지유지계통의 내진성능을 신형 원전 설계지진(0.3g) 수준으로 보강 조치</p> <p>[확인결과]</p> <p>안전정지유지계통의 내진성능을 0.3g로 既 설계반영</p>
(1-3) 원전부지 최대지진에 대한 조사·연구	<p>[개선사항]</p> <p>국내 발생 가능한 최대 지진에 대해 전면 재검토 연구 수행</p> <p>[확인결과]</p> <p>사업자의 원전부지 최대지진 관련 조사·연구 수행 결과, 신한울 1호기 설계지진동이 국내 원전부지 최대지진에 대해 만족</p>

항목	주요 사항
(1-4) 주제어실 지진발생 경보창의 내진성능 개선	<p>[개선사항]</p> <p>주제어실 지진발생 경보창의 내진성능을 개선하고, 주제어실 천장 및 조명설비의 낙하방지와 주제어실 사무집기를 고정</p> <p>[확인결과]</p> <p>지진감시 경보신호를 내진등급인 ‘주요 변수지시 및 경보계통 (QIAS-N)’ 으로 전송·처리 후 내진등급 표시장치에 표시하는 설계변경 적합성 확인. 조명설비의 낙하방지 조치 적합성 확인 등</p>

2. 해일에 의한 구조물 안전성 (3개 사항)

항목	주요 사항
(2-2) 방수문 및 방수형 배수펌프 설치	<p>[개선사항]</p> <p>구조물에 내진설계된 방수문 및 방수형 배수펌프를 설치</p> <p>[확인결과]</p> <p>내진범주 I급 방수문 설치 및 이동형 방수형 배수펌프를 구비함을 확인하였고, 침수기준 높이(부지고+3m) 이하에 위치한 모든 안전성 관련 구조물 외벽 개구부에 침수방호 조치가 적합함을 확인 등</p>
(2-3) 원전부지 설계기준 해수위 조사·연구	<p>[개선사항]</p> <p>기존 설계기준 해수위 평가시 사용된 입력자료에 충분한 보수성을 고려하여 설계기준 해수위 조사·연구를 수행</p> <p>[확인결과]</p> <p>원전부지 설계기준 해수위 조사·연구 수행(용역) 결과, 보수적으로 설계되어 있으므로 해일에 대한 안전성 확보</p>
(2-4) 냉각해수 취수능력 강화 및 해일 대비 시설 개선	<p>[개선사항]</p> <p>원전부지 설계기준 해수위 조사·연구 결과에 따라 기기냉각해수 취수펌프의 취수능력을 강화</p> <p>[확인결과]</p> <p>추가 해일 대비 시설이 없어도 해일에 대한 취수능력 유지가 가능함을 확인</p>

3. 침수 발생시 전력·냉각계통의 건전성 (10개 사항)

항목	주요 사항
(3-1) 이동형 발전차량 및 축전지 등 확보	<p>[개선사항] 차량 장착 이동형 발전기 및 축전지(충전기, 케이블 포함) 등을 침수로부터 안전한 위치에 부지별로 1대씩 구비하고, 임시전원 연결지점을 확보</p> <p>[확인결과] 침수에 안전한 지역에 이동형 발전차량(4.16kV, 3200kW) 구비, 이동형 발전기 실증시험 등 통해 적합성 확인 등</p>
(3-2) 대체비상발전기 설계기준 개선	<p>[개선사항] 대체비상디젤발전기의 설계기준(용량, 냉각방식 다양화, 연료 공급용량 최소 1일 확보 등)을 개선</p> <p>[확인결과] 용량 설계여유율(%) 확보, 냉각방식 다양화(EDG 수냉식 대비 공랭식), 연료공급량 최소 1일 확보를 위한 저장탱크 용량 증대 등 확인</p>
(3-3) 예비변압기 앵커볼트 체결	<p>[개선사항] 대형지진이나 해일시 예비변압기의 손상 또는 표류를 방지 하기 위해 예비변압기를 앵커볼트로 고정</p> <p>[확인결과] 예비변압기 고정용 앵커볼트의 설계반영 및 체결을 확인</p>
(3-4) 스위치야드 설비 관리주체 개선	<p>[개선사항] 지진 또는 해일에 의한 소외전원상실시 신속한 복구를 위해 스위치 야드 설비 주체를 한전과 협의하여 전원복구절차를 마련 등</p> <p>[확인결과] 설비주체(한전)-한수원간 협의하여 스위치야드 전원복구 절차 수립(비상연락체계, 업무분장, 긴급자재조달 등) 완료</p>
(3-5) 사용후연료저장조 냉각기능 상실시 대책 확보	<p>[개선사항] 사용후핵연료 저장조 냉각계통의 펌프 및 열교환기의 기능 상실 시 대체 열제거 기능을 확보하기 위한 비상냉각수 보충 방안을 마련하고, 사용후연료저장조에 안전등급 온도/수위/방사선 계측 설비를 설치(동 변수의 주제어실에서 감시가능 포함)</p> <p>[확인결과] 이동형 펌프차 이용한 냉각수 보충 연결배관 설치 및 성능시험을 통한 적합성 확인하였고, 수위/온도계측설비(비안전등급→안전 등급 품질상향)를 통해 주제어실에서 감시 가능함을 확인 등</p>

항목	주요 사항
(3-6) 최종 열제거설비 침수방지 및 복구대책 마련	<p>[개선사항] 대형 폭풍 및 지진해일에 대비하여 1차측기기냉각해수 펌프의 전동기와 전력함 등 전기설비에 대하여 방수 조치 및 전동기 예비품 확보 및 기능상실 시 복구절차를 수립</p> <p>[확인결과] 침수 방호를 위한 방수문 설치(개선사항 2-2 연계), 기능 상실시 복구절차 수립됨을 확인 등</p>
(3-7) 옥외 설치 탱크 파손 대비책 마련	<p>[개선사항] 지진 및 해일로부터 옥외에 설치된 냉각수원 탱크와 화학물질 탱크의 파손에 대비하기 위한 방벽을 설치</p> <p>[확인결과] 개선사항 ‘2-3’ 평가결과, 가능최고해수위가 옥외 설치탱크의 바닥면 보다 낮아 방벽 설치 불필요함을 확인</p>
(3-9) 소방계획서 개선 및 협력체계 강화	<p>[개선사항] 소방계획서를 개선 및 원전 내·외부 소방서간 협력체계를 강화하고, 원전 인근 119 안전센터/지역대의 소방력을 보장</p> <p>[확인결과] 효과적인 협조체계 및 대형화재에 대한 조치계획 등을 반영하여 소방계획서를 개정하였고, 인력 및 장비의 지원·교육훈련 등에 관한 원전 내·외부 소방서간 상호협약을 체결하였으며, 원전 인근 119 안전센터/지역대의 소방력이 보장됨을 확인</p>
(3-10) 화재방호설비 및 자체 소방대 대응능력 개선	<p>[개선사항] 지진 및 해일 등에 의하여 기존의 소화수원 가용성 상실 시 대체할 수 있는 수원 및 화재방호설비를 확보하도록 용수관로 상에 소방차와 연계한 분기배관과 연결구를 설치 등</p> <p>[확인결과] 소방차로 소화수 공급을 위한 비상용수 배관 및 연결구 신설, 소방차 및 운영인력 등 자체소방대 대응능력 향상됨을 확인</p>
(3-11) 원전 성능위주 소방설계 도입	<p>[개선사항] 소방법령의 ‘성능위주 소방설계’ 대상에 원전을 포함</p> <p>[확인결과] 소방방재청-원안위간 협의를 통해 동 사항을 적용하지 않는 것으로 결정하여, 원전에 성능위주 소방설계를 도입하지 않음.</p>

4. 중대사고 대응 (6개 사항)

항목	주요 사항
(4-1) 중대사고 시 수소 제어를 위한 설비 확보	<p>[개선사항] 중대사고 시 원자로격납건물 내 수소 농도 제어를 위하여 전원공급 없이 작동 가능한 피동형수소제거설비를 설치</p> <p>[확인결과] 원자로건물내 전원공급 없이 작동하는 피동형수소재결합기 설치(호기별 총 30대 : 소형 4대, 중형 10대, 대형 16대)</p>
(4-2) 격납건물 배기 또는 감압설비 설치	<p>[개선사항] 중대사고 대비 원자로격납건물 내 과도한 압력상승 예방을 위한 여과배기 또는 감압 설비를 설치</p> <p>[확인결과] 감압설비인 비상원자로건물살수보조계통(ECSBS) 설치 및 원자로 격납건물의 압력이 중대사고 압력 제한치를 만족함을 확인 (이동형 펌프차 및 전용 살수배관 이용하여 사고발생 24시간 이후 48시간 냉각수 주입 가능)</p>
(4-3) 원자로 비상냉각수 외부 주입 유로 설치	<p>[개선사항] 중대사고 시 원자로 및 증기발생기의 냉각기능 확보를 위한 외부주입유로를 설치</p> <p>[확인결과] 1차 비상냉각수 외부주입유로 연결배관, 2차 보조급수펌프 출구측 및 보조급수저장탱크 하단 연결 배관 등을 통해 노심 냉각 기능이 유지됨을 분석 및 실증시험을 통해 확인</p>
(4-4) 중대사고 교육·훈련 강화	<p>[개선사항] 운전원에 대해 중대사고관리지침서 교육 시 다양한 중대사고 시나리오 및 중대사고 진행 모의장치 등을 활용한 훈련을 실시 하고, 교육시간을 2년간 8시간에서 연간 10시간으로 확대 시행</p> <p>[확인결과] 다양한 중대사고 시나리오 및 중대사고 진행 모의장치 등 활용한 훈련 실시 및 교육훈련시간 증가 시행(8시간/2년→10시간/년)</p>
(4-5) 사고관리전략 실효성 강화를 위한 중대사고관리지침서의 개정	<p>[개선사항] 현행 원자로공동 냉각수 충수 전략에 대해 충수 유로 가용성 및 냉각 성능의 타당성을 평가하여 중대사고관리지침서에 반영하고, 중대사고 대처용 필수기와 계측설비에 대해 장기 소외전원상실 등을 고려하여 생존성을 평가 및 전원복구 우선순위에 근거한 전원공급 절차를 마련</p> <p>[확인결과] 원자로공동 냉각수 충수를 위한 원자로공동침수계통을 설계에 반영하고, 전원복구 우선순위에 근거한 전원공급절차를 마련하여 중대사고관리지침서에 기술 등 확인</p>

항목	주요 사항
(4-6) 정지·저출력 운전중 중대사고관리지침서 개발	<p>[개선사항] 정지·저출력 운전 중 중대사고를 평가하여 중대사고관리지침서를 개발</p> <p>[확인결과] 정지·저출력 운전 중 발생 가능한 중대사고를 평가하여 통합 중대사고관리지침서를 개발함을 확인 중대사고 정책 이행 심사(중대사고 관리계획 수립 분야)를 통해 적합성을 확인</p>

5. 비상대응 및 비상진료 체계 (10개 사항)

항목	주요 사항
(5-1) 원전인근 주민보호용 방사선방호장비 추가 확보	<p>[개선사항] 대형사고에 대비하여 원전주변 16km 인구수를 기준으로 주민 보호용 요오드화칼륨은 기존 12만명 분에서 50만명 분으로, 방독면은 기존 6만개에서 48만개로 추가 확보</p> <p>[확인결과] 원전 반경 16km이내 거주 주민 보호용 방사선 방호약품(12만명 → 50만명)과 방독면(6만개 → 48만개)의 추가 확보 완료</p>
(5-2) 다수호기 동시 비상발령 등 방사선비상계획서 개정	<p>[개선사항] 자연재해 등에 의한 다수 호기의 동시 비상상황에 적용 가능한 비상대응 조직의 구성 및 운영방안, 해일의 규모를 반영한 비상발령기준, 비상대응조직 발족 시점 등을 방사선비상계획서에 반영</p> <p>[확인결과] 다수호기 동시 비상상황 발생시 비상대응조직의 구성, 운영 및 비상대응조직 발족 목표시간 등을 방사선 비상계획서에 반영하였고, 해일에 의한 비상발령기준 보완 개정함을 확인</p>
(5-3) 장기 비상발령 대비 비상장비 추가 확보	<p>[개선사항] 방호복, 방독면 필터 등의 방호용품 및 방사선측정기를 현행 보다 200% 이상 추가 확보하여 침수되지 않는 곳에 보관</p> <p>[확인결과] 방호용품 및 방사선측정기를 추가 확보하여 비상대응시설(비상기술지원실, 비상운영지원실, 비상대책실)에 비치</p>
(5-5) 방사선 비상훈련의 강화	<p>[개선사항] 지진과 해일 등 자연재해에 대한 실질적인 시나리오를 추가로 개발하여 방재훈련에 활용</p> <p>[확인결과] APR1400 노형의 계통설계 특성을 반영하여 지진과 해일 등 자연재해에 대한 훈련 시나리오를 추가로 개발하였고, 다수 호기 동시 비상발령을 반영한 훈련 시나리오를 개발하였음을 확인</p>

항목	주요 사항
(5-6) 장기전원상실시 필수정보의 확보방안 강구	<p>[개선사항] 안전정보표시계통 전원설비 보강, 대형해일 시 원전 주변 환경 방사능감시기 침수방지대책 마련, 장기간 전원상실 대비한 비상 전원 추가 확보</p> <p>[확인결과] 방사선비상 시 안전변수지시평가계통에 지속적인 전원 공급을 위해, 안전등급과 비안전등급으로부터 전원을 공급할 수 있는 비상전원 설비를 확보했음을 확인 등</p>
(5-7) 보수작업자 방호대책 확보	<p>[개선사항] 한수원의 비상조직에 협력회사의 보수작업자들을 포함시키고 이들에 대한 방재교육 및 훈련 강화. 또한, 방사선비상상황 발생 시 긴급작업자 방호에 혼선이 없도록 표준화된 절차를 마련</p> <p>[확인결과] 방사선비상계획서에 협력사 종사자 비상요원 편성 및 방재 교육·훈련 실시토록 반영. 방사선비상시 긴급작업 종사자 방호절차 표준안 수립 및 절차서 반영</p>
(5-8) 비상대응시설 개선	<p>[개선사항] 비상기술지원실(TSC) 및 비상운영지원실(OSC)의 적정 면적과 비상전원을 확보</p> <p>[확인결과] 비상기술지원실 및 비상운영지원실 적정 면적(각 200 m², 150 m² 이상)을 만족하도록 설계하였고, Class-1E 비상디젤 발전기 및 무정전전원 설비를 확보</p>
(5-9) 방사선 비상시 정보공개 절차 개정	<p>[개선사항] 언론, 국민, 지역민에게 제공되어야 할 구체적 정보(실시간 정보 공개 목록, 방사능 오염정보, 지역민 방호 안내 등) 및 정보공개 주기 등이 포함되도록 방사선비상계획서 개정</p> <p>[확인결과] 방사선 비상시 정보공개 절차를 방사선비상계획서 및 수행 절차서에 반영(비상상황별 정보제공 방법, 대상정보, 공개주기 등)</p>
(5-10) 비상계획구역 밖의 주민보호 평가	<p>[개선사항] 동일 부지내 다수기 동시사고를 고려해 기존 비상계획구역(8 km 이내) 밖의 주민보호조치가 이루어 질 수 있도록 관련 시스템 구축</p> <p>[확인결과] 기존 비상계획구역 밖의 주민보호조치를 위해 원전사고시 방사선량 평가 통합시스템을 개발하여 방사능방재훈련 등에 활용</p>
(5-11) 비상경보시설의 성능 강화	<p>[개선사항] 발전소 내부직원 및 2 km 이내 주민을 보호하기 위해 설치된 경보시설에 비상전원을 확보</p> <p>[확인결과] 발전소 내부 및 예방적보호조치구역(PAZ) 이내의 비상경보시설을 확충하였으며, 전원상실 대비 발전소 내 비상전원을 설계 반영</p>

V. 스위치야드 연계반 접지설비 설계 · 시공

□ 고장 개요 (고리3,4호기)

- '20. 9. 4(금) 00:29, 고리3호기 기동변압기 지락고장* 발생(7500, 7572 개방) 영향으로 고리4호기 기동변압기 차단기(7600, 7672 개방) 오동작 및 안전모선 저전압 발생

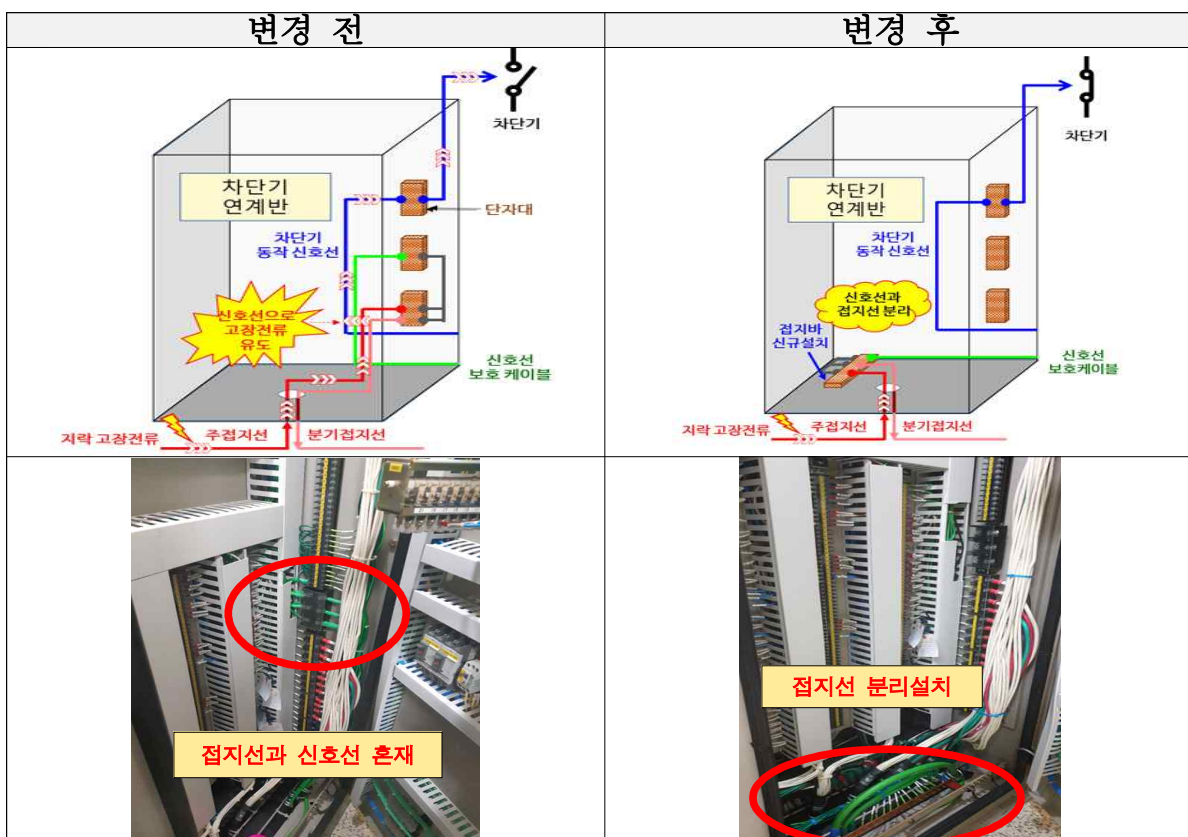
* 태풍 염해에 의해 기동변압기 피뢰기 절연내력 감소

- 원인 : 4호기 스위치야드 연계반에 설치된 접지선과 신호선이 인접하여 유도전류에 의해 오동작

※ 스위치야드 연계반 : 발전소와 한전스위치야드간 제어계통 이상시 영향 최소화 및 한전회로와 구분을 위해 연계반 설치 운영중

□ 개선 조치내용 (고리3,4호기)

- 연계반 내 발전소 접지선과 신호선 연결 단자대 분리(완료)



□ 신한울1,2호기 점검내용

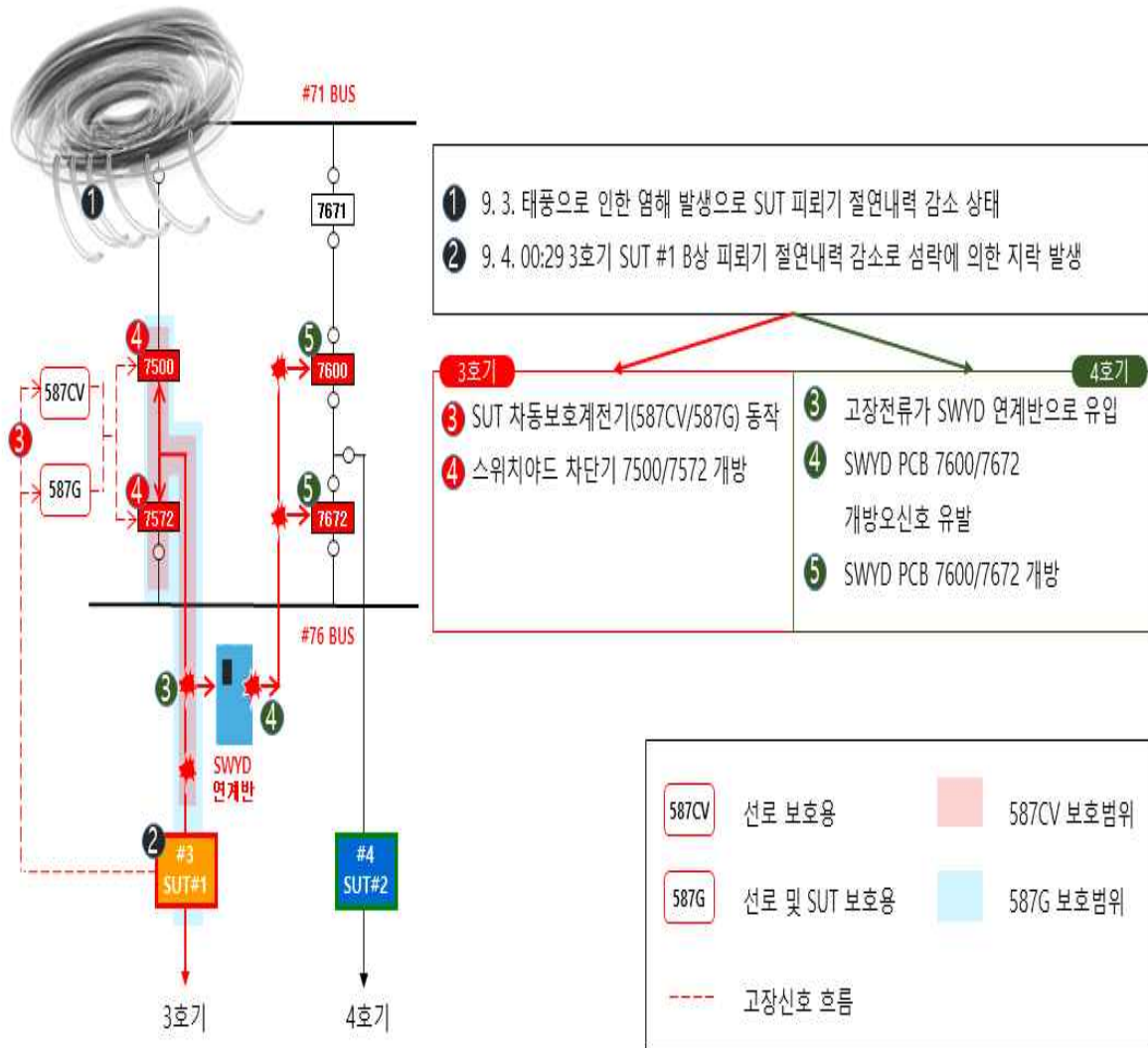
- 스위치야드 연계반(2개 패널)의 접지선은 절연된 접지용 부스바(BUS BAR)에 접지선을 연결하고 신호선과 분리됨(기반영)



참고 1

고리3,4호기 스위치야드연계반 접지관련 고장 개요

사건 개요도(운전모드 3)



○ 스위치야드 연계반 : 발전소와 한전 스위치야드간 제어계통 이상시 영향 최소화 및 한전 회로와 구분을 위해 연계반을 설치하여 운영 중

〈 안전 담당자 〉

원자력안전위원회 원자력심사과	
최수진 과 장	(02) 397 - 7216
정하규 사무관	(02) 397 - 7218
한국원자력안전기술원	
안전평가단장 김윤일	(042) 868 - 0515
신한울 1,2 PM 강영두	(042) 868 - 0582
한국수력원자력(주)	
신한울 1,2 PM 최삼성	(054) 704 - 7100
신한울 제1발전소 운영기술실장 고효제	(054) 785 - 2401