

제200회 원자력안전위원회

- 일시 : 2024. 9. 12 (목) 오전 10시 30분
- 장소 : 원자력안전위원회 대회의실

회 순

I.	성원보고	1
II.	개 회	2
III.	안전심의	
	의결안전 제1호 : 신한울 원자력발전소 3·4호기	
	건설허가(안)	3
	보고안전 제1호 : 월성 4호기 사용후핵연료저장조	
	냉각수 누설사건 조사결과	43
IV.	폐회선언	117

(오전 10시 30분 개회)

I. 성원보고

○위원장 유국희 바쁘신 중에도 회의에 참석해 주신 위원님들께 감사의 말씀드리겠습니다.

간사께서는 성원보고 해 주시기 바랍니다.

○간 사 (기획조정관 손명선) 금일 현재 재적위원 여덟 분 중에서 일곱 분 위원님 출석하셔서 성원이 되었음을 보고드립니다.

II. 개 회

○위원장 유국희 성원이 되었으므로 제200회 원자력안전위원회를 개최하도록 하겠습니다.

(의사봉 3타)

오늘 위원님들 논의하실 안건은 2건입니다.

하나는 심의·의결안건이고요, 하나는 보고안건입니다.

심의안건은 지난번 제199회 원안위 회의에서 보고드렸던 ‘신한울 원자력발전소 3·4호기 건설허가(안)’에 대해서 심의를 해 주시게 되겠습니다.

보고안건은 지난 6월 22일 날 발생했던, 월성 4호기에서 발생했던 ‘사용후핵연료저장조의 냉각수 누설사건에 대한 조사결과’ 보고가 있겠습니다.

그러면 첫 번째 심의안건 ‘신한울 원자력발전소 3·4호기 건설허가(안)’에 대해서 안건보고를 해 주시는데요, 안건보고 하기 전에, 지난번 저희가 회의에서 논의했던 것처럼 오늘 심의하시는데, 위원님들 심의하시는데 도움을 드리고자 원자력안전전문위원회,

그러니까 원자력안전기술원이 신한울 3·4호기에 대한, 건설허가에 대한 심사의 내용을 검토한 원자력안전전문위원회 위원장께서 지금 해외 출장 중이라서 영상으로 연결이 돼 있습니다.

그래서 혹시 위원님들 심의를 하시거나 그럴 때 필요하실 경우에는 안전전문위원회 위원장, 허균영 위원장님께도 필요한 질의나 또는 의견을 요청하실 수 있다는 말씀을 참고로 드리겠습니다.

III. 안전심의

의결안건 제1호 : 신한울 원자력발전소 3·4호기 건설허가(안)

○위원장 유국희 그러시면 심의안건 제1호, 안전보고 해 주시기 바랍니다.

○김윤우 (원자력심사과장) 안녕하십니까, 원자력안전위원회 원자력심사과장 김윤우입니다.

심의·의결의안 제1호 ‘신한울 원자력발전소 3·4호기 건설허가(안)’ 보고 드리겠습니다.

1쪽, 1. 의결주문입니다.

신한울 원자력발전소 3·4호기 건설허가(안)을 별지와 같이 의결한다, 입니다.

2. 제안이유입니다.

한국수력원자력이 신청한 신한울 3·4호기 건설허가에 대한 한국원자력 안전기술원의 심사결과와 원자력안전전문위원회가 해당 심사결과에 대해 사전 검토한 결과를 바탕으로 신한울 3·4호기 건설허가 여부를 결정하고자 합니다.

3. 주요내용입니다.

먼저, 가. 건설허가 신청개요입니다.

한국수력원자력은 열출력 3,983 MW, 설계수명 60년인 APR1400형 발전 용원자로의 건설허가를 방사선환경영향평가서, 예비안전성분석보고서, 품

질보증계획서 등의 서류를 첨부하여 「원자력안전법」 제10조(건설허가)에 따라 원자력안전위원회에 신청하였습니다.

다음 2쪽, 나. 주요 경과입니다.

2016년 1월 8일 한국수력원자력은 신한울 3·4호기 건설허가를 신청하였고,

2017년 10월 신한울 3·4호기 건설사업을 중단하였다가 2022년 7월 신한울 3·4호기 건설사업을 재개하고, 심사답변 계획을 제출하였습니다.

2022년 8월부터 2024년 7월까지 원자력안전위원회로부터 안전성 심사를 위탁 받은 한국원자력안전기술원은 안전성 심사를 수행하였으며,

2024년 3월부터 2024년 8월까지 심사결과에 대한 원자력안전전문위원회 사전검토가 수행되었습니다.

해당 심사결과, 사전검토 결과는 지난 8월 29일 제199회 원자력안전위원회에 보고되었습니다.

다음 3쪽, 의결주문의 내용이 되는 신한울 3·4호기 건설허가 주요내용입니다.

허가된 사업소 시설은 경북 울진군에 위치하는 신한울 원자력발전소 3·4호기로서 열출력 3,983 MWth, 전기출력 1,400 MWe의 가압경수로이며, 허가서류는 방사선환경영향평가서 등 6종입니다.

불임의 건설허가 심사결과 및 원자력안전전문위원회 사전검토 결과에 대한 전반적인 사항은 지난 제199회에서 보고드린 바 있어, 오늘은 안전 세부내용이 아닌 지난 회의에서 위원님 의견에 따라 수정·보완된 안전내용과 위원님들이 말씀하신 요청 자료 중심으로 보고드리도록 하겠습니다.

먼저, 제199회 안전에서 수정·보완된 사항입니다. 10쪽입니다.

10쪽, 원자로격납건물 부분에, 당초 ‘설계압력은 설계기준사고 시 최대 압력 대비 여유도를 확보’ 밑에 당구장(※) 표시 ‘새울 3·4호기 및 신한울 3·4호기는 의도적 항공기 충돌에 대비하여 원자로격납건물 구조건전성을 강화’라는 문구가 있었으나,

해당 문구가 위의 문장 즉, 여유도 확보와 연결되어 마치 의도적 항공기 충돌에 대비해서 심사기준 허용기준 대비 10 %를 더 확보한 것으로 오해될 수 있다는 박천홍 위원님 말씀을 반영해서, 최대압력 대비 여유도와 직접 관련이 없는 해당 ‘의도적 항공기 충돌’ 문구를 삭제했습니다.

다음 17쪽입니다. 17쪽 및 25쪽에 Code Cut off Date와 관련된 문구가 당초 ‘기술기준적용일’ 또는 ‘적용기술기준 반영 적절성’ 등의 문구였으나, 해당 문구는 적용 대상이 원래 의도한 산업표준 등이 아니라, 원안위 규칙과 원안위고시 등을 의미하는 것으로 잘못 해석되거나 혼란을 줄 수 있다는 김균태 위원님 말씀을 반영하여 원래 취지에 맞게 ‘규제지침·산업표준 등 적용 적절성 등’으로 문구를 수정하였습니다.

다음 19쪽입니다. 19쪽 첫째 줄 및 34쪽 아랫부분에 ‘파일럿구동안전 방출밸브(POSRV)’는 당초 파일럿구동안전밸브 문구였으나, 해당 ‘파일럿트’를 외래어 표기법에 맞게 ‘파일럿’으로 수정할 필요가 있다는 김균태 위원님 말씀을 반영해서 해당 문구를 수정하였습니다.

이상 안전 수정·보완에 대한 사항 보고를 마치고, 지난 제199회 회의에서 위원님들께서 말씀하신 요청자료를 보고드리도록 하겠습니다. 해당 내용은 원자력안전기술원이 보고드리겠습니다.

○이경원 (한국원자력안전기술원 신한울3·4규제사업PM) 지난 회의에서 제 무성 위원님께서 다섯 가지 사항을 요청하셨습니다. 간략하게 설명드리도록 하겠습니다.

먼저, 신한울 3·4호기 레벨 III PSA(확률론적안전성평가) 수행 계획에 대해서 문의하셨습니다. 자료를 제출 드렸고요, 전체적인 내용은 레벨 III PSA는 운영허가 단계에서 사고관리계획서로 제출될 예정입니다. 건설허가 단계에서는 레벨 II까지 수행하게 됩니다.

두 번째, 스위치야드 설비 관리주체 변경 및 내진등급 상향에 대해서 요청하셨습니다.

스위치야드 설비 관리주체는 「전기사업법」 제15조(송전·배전용 전기설비의 이용요금 등)와 관련 규정에 따라서 현재는 한전이 관리·운영하는 것으로 되어 있습니다.

다만, 후쿠시마 후속조치에 따라서 한수원과 한전은 스위치야드 관리에 대한 업무 협조체계를 구축해서 긴밀히 협조하고 있다는 내용을 전달드렸습니다.

내진등급 상향과 관련해서는, 현재 스위치야드는 비(非)내진설계 대상입니다. 그럼에도 불구하고 한전은 원전 안전성 강화를 위해서 상향된 내진설계기준 0.3 g를 신한울 3·4호기를 포함하여 후행 원전에, 신규 원전에 적용할 예정임을 확인하였습니다.

다음 확률론적지진지해도 평가 관련 불확실도 추가 자료를 요청하셨습니다. 5 %와 95 % 자료를 요청하셨고요.

이것은 <표>와 그래프로 각각 제공해 드렸습니다. 참고하시면 되겠습니다.

니다.

네 번째, 레벨 I·II PSA 불확실성 분석결과를 요구하셨습니다.

신한울 3·4호기 현재 레벨 I·II PSA 수행 범위인 내부사건, 지진사건, 화재사건, 침수사건에 대해서 노심손상빈도(CDF)와 대량조기방출빈도(LERF)에 대해서 각각 평균값 5 percentile, median, 95 percentile 값을 기재하였으며, 값들을 제공해 드렸습니다. 참고하시면 되겠습니다.

마지막 다섯 번째는, PSA 분석을 활용한 안전성 증진사항에 대해서 문의하셨습니다.

신한울 3·4호기는 사고관리계획서 작성계획서에서 평가대상 사건을 설정하고, 사고 대응을 위한 전략수립을 위해서 PSA를 활용하고 있습니다.

특히, 신한울 3·4호기에서는 안전성 증진 방안으로써 4개의 설비 즉, 저압 이동형 펌프차, 고압 이동형 펌프차, 1 MW·3.2 MW 이동형 발전차, 이 네 가지 설비에 대해서 이용전략을 마련하였습니다.

아래 <표>는 4개 설비에 대해서 모두 포함된 경우와 특정 설비가 포함되지 않은 경우에 대해서 리스크, 노심손상빈도가 증가하는 비율을 보여주고 있습니다.

1 MW·3.2 MW 이동형 발전차를 고려하지 않았을 경우에는 리스크가 한 13.1 % 정도 상승하는 것을 보여주고 있습니다.

또한, 선형원전 새울 1·2호기, 신한울 1·2호기 운영허가 심의 시 SBO, 발전소 정전사고가 리스크에 큰 영향을 미치기 때문에 많은 논의가 있었었고요.

따라서 새울 3·4호기와 신한울 3·4호기는 대체교류디젤발전기(AACDG)

를 호기당 1대 설치하였고, 24시간 용량의 안전등급 축전지가 설치되어서 민감도 분석을 수행한 결과, 안전등급 축전지를 24시간이 아닌 8시간을 적용했을 경우에는 노심손상빈도가 71.8 % 증가하는 결과를 보였습니다.

따라서 이 두 가지 사항, 네 가지 설비와 AACDG와 안전등급 축전지 사항이 PSA 분석을 활용한 안전성 증진사항으로 제공해 드렸습니다.

이상 발표를 마치겠습니다.

○**위원장 유국희** 질문이나 의견 있으신 위원님께서는 의사표시를 해 주시기 바랍니다.

양보 안 하셔도 됩니다.

김균태 위원님.

○**김균태 위원** 제가 지난 보고받을 때 지적했던, 지적이라기보다는 하여튼 코멘트 했던 부분들이 다 반영이 돼서 저로서는 특별히 큰 이견은 없습니다. 이견 없고,

다만, 지금 규제기준, 산업표준, 그다음에 기술기준, 이런 용어들이 혼란스럽게 혼재돼서 사용되고 있어요. 그래서 예를 들면 지금 보고자료에도 보면, 추가로 된 보고자료에도 보면 2쪽에 ‘상기 KINS 규제기준에 따라서 레벨 III PSA가 포함되어야 한다.’ 이런 식으로 용어가 돼 있는데,

우리 심사지침서를 들여다보면 규제기준에 대한 얘기가 지금 전혀 나오지 않고 있어요, 규제기준 또는 지침에 대한 얘기가.

그래서 그 부분들이 예를 들면, 지금 각 장·절별로 검토요건에, 검토요건에 기술기준 규칙, 그다음에 고시가 나오고 나서 바로 심사지침이 나오거든요. 이런 부분들이 아마도 이것을, 심사보고서를 작성할 때 당시에는

KINS의 예규 이런 것에 따라가지고 작성을 한 것 같은데,

‘예규를 개정해서라도 우리 기술기준, 그다음에 규제기준, 그다음에 심사지침, 이런 체계에 맞게 기술할 수 있도록 해 주시면 좋겠다.’라는 것이고,

지금으로서는 어쨌든 ‘KINS의 절차에 따라서 했다.’ 그러니까 지금 당장 수정하는 것은 무리스럽겠지만, 다음부터는 이런 허용기준 체계에 맞게 해 주실 것을 부탁드립니다.

○**위원장 유국희** 혹시 뭐 설명해 주실 게 있으실까요?

○**이정재 (한국원자력안전기술원 원자력심사단장)** 원자력심사단장 이정재입니다.

말씀 주신 것과 관련해서, ‘심사지침에 이렇게 돼 있다.’라고 처음에 말씀하셨는데 ‘심사보고서에 그렇게 돼 있다.’라는 표현으로 이해를 했고요.

저희가 수탁업무처리 관련 세부 규정에 보면 심사기준으로 법,령,규칙, 그리고 원안위의 행정규칙, 그리고 세부 기술기준으로 규제기준과 규제지침을 언급하고 있습니다.

그래서 실제로 저희가 심사를 하면서도 규제기준과 지침에 대해서 반영을 해서 심사를 했고,

다만, 저희가 김균태 위원님 말씀하신 것처럼 저희 예규에 작성 형식이 지정돼 있는데, 그 부분을 따르다 보니까 이런 부분인데, 사실은 규제기준과 지침에 대해서 검토요건으로 반영하는 부분에 대해서 상당히 논의가 많이 있었습니다.

그래서 말씀하신 부분 포함해서 저희가 관련 검토를 내부 논의를 충분

히 더 하고, 그런 부분들이 가장 적절한 방향으로 이루어질 수 있도록 검토하겠습니다.

○**김군태 위원** 하여튼 다음번에 올라올 때는 그런 내용들이 충분히 검토돼서 합리적인 방향으로 보고서가 기술이 됐으면 좋겠다는 생각이구요.

지금 추가로 자료 요청을 하셔가지고, 제무성 위원님께서 요청하셔가지고 자료 작성된 게 있는데, PSA 분석을 활용한 안전성 증진사항, 다섯 번째네요.

그런데 이게 이 취지에 맞는 것인지 잘 모르겠어요. ‘PSA 분석을 해보니까 이런 것들 때문에 안전성이 상당히 향상됐다.’ 이런 표현은 맞는 것 같은데, PSA 분석을 통해가지고 이런 것들을 고려하게 됐는지는 사실은 선후가 바뀐 것 같아요.

그러니까 예를 들면, 저압 이동형 펌프차나 고압 이동형 펌프차, 이동형 발전차 이런 것들은 사실 후쿠시마 후속조치 또는 사고관리계획서에 따라서 반영이 된 것으로 알고 있는데, 그게 PSA 때문에, ‘PSA 분석을 활용해서 증진했다.’라고는 이해가 안 되고,

또 하나, AAC의 경우에도, 이게 SBO rule 때문에 설치한 것인데, 물론 과거에는 호기당 1대만 설치했던 것을, 그러니까 “부지당 1대 설치했던 것을 호기당 1대 설치하는 것으로 증가시켰다.”라는 것은 이해가 되는데, 이게 PSA 분석을 활용한 증진사항인지는 잘 모르겠습니다.

○**이경원 (한국원자력안전기술원 신한울3·4규제사업PM)** 제가 답변드리겠습니다.

○**장동주 (한국원자력안전기술원 중대사고·리스크평가실장)** KINS 중·리실장

장동주입니다.

김균태 위원님 말씀하신 대로 사실 여기 제시된 방안들은 단순히 PSA 결과만을 바탕으로 결정된 것은 아닙니다만, 한수원은 이 PSA 분석을 또 하면서 이런 증진사항을 함께 논의한 내용이 있기 때문에 이렇게 설명을 드린 것으로 이해가 되고요.

사실 여기 있는 사항 중에 일부는 신한울 3·4호기보다 그 이전 노형에서 PSA 결과를 바탕으로, 특히 전력계통 보강 관련해서는 사전에 선행원전에 결정된 부분도 같이 담겨 있는 것 같습니다. 그렇게 이해해 주시면 좋을 것 같습니다.

이상입니다.

○**위원장 유국희** 다른 위원님? 제무성 위원님.

○**제무성 위원** 다섯 가지 요구한 자료에 대한 설명은 잘 들었고요. 확인하고 싶은 것인데, 지금 3단계 PSA를 하면 혹시 사고 때 생기는 피해분석을 하는 것인데요.

지금 건설허가 단계니까 1·2단계, 레벨 I, 레벨 II PSA를 수행하고, 나중에 운영허가 단계에서 레벨 III, 그러니까 피해분석이죠. 비상대응을 고려한 피해분석평가서를 사고관리계획서 관련해서 제출하겠다는, 이렇게 돼 있습니다.

그래서 제가 두 가지인데요. 하나는 지금 확인하고 싶은 게, 원래 KINS의 심사기준, 심사지침에는 레벨 III, 전출력 3단계 내·외부사건 PSA만 되어 있고, 정지·저출력은 빠져 있잖아요.

그래서 잘 몰라서 물어보는 것인데요. 제 생각에는 이게 크게 레벨 II,

레벨 III까지 하게 되면 내부사건이든, 외부사건이든, 정지·저출력이든 그렇게 더 비용이 많이 들어간다거나, 일이 많이 들어간다거나 그런 게 아닐 것 같거든요.

그런데 정지·저출력도 내부사건 못지않게 리스크가 있습니다. 상대적으로 보면 비슷한데, 이게 같이 나중에 수행해서 운영허가 때 제출할 수도 있을 것 같은데, 지금 현재 기술기준, KINS의 기술지침에는 빠져 있다. 그런데 이것을 보완하는 게 필요하지 않느냐 하는 의견이고요.

또 이것하고 관련해서 레벨 III는 0.1 % 안전목표 충족 여부를 보는 것이잖아요. 그래서 어떤 시설에 한 원전이 들어감으로 인해가지고 추가로 되는 리스크가 기존 리스크의 1,000분의 1이하여야 되겠다. 그래야 benefit이 있기 때문에 허가를 해 주겠다는 게 지금 국제적인 안전목표인데요.

지금 우리 KINS가 한 10년 전에 안전목표, 조기사망 안전목표, 후기 암 사망 안전목표를 연구해서 발표한 것으로 제가 기억하고 있거든요.

그런데 지금 매년 그게 바뀌기 때문에, 암 사망자나 또는 교통 사망자 수가 매년 바뀌기 때문에 이것 연구를 착수해가지고 우리나라 고유의 0.1 %에 해당되는 안전목표를 다시 업데이트 하는 것이 필요한, 그런 상황으로 판단되고요.

그래서 그 기준에 맞춰서 정지·저출력도 같이 레벨 III PSA를 수행해서 제출하면 좋겠고,

또 하나는 비상대응, 그 전에는 비상대응이 보수적으로 비상대응 고려 안 하고도 충분히 안전하다 하는 측면에서 비상대응 고려 안 했는데요.

비상대응도 고려해서 실제 지금 만약에 그런 사고 상태가 생기면 비상대응 굉장히 중요합니다. 우왕좌왕 하는 게, 아무리 준비해도 그렇게 될 텐데, 비상대응에 대비하기 위해서는 또 평가가 필요합니다, 시뮬레이션이. 그래서 “비상대응을 고려한 피해분석을 하면 좋겠다.” 하는 말씀드리고요.

그리고 아까 모두에 안전전문위원장 참석하고 계신다고 그랬는데요. 여기 ‘종합 결론’에 보면 ‘KINS가 신한울 3·4호기 건설허가 심사결과를 검토한 결과, 안전 분야의 전문가들이 모여 있는 안전전문위원회에서 KINS의 신한울 3·4호기 건설허가 심사결과가 타당하다.’ 하는 종합 결론입니다.

그래서 거기에 대한 안전전문위원장의 심사내용을 위원들한테 짧게 소개를 부탁드립니다. 그 내용은 일단 부지 관련해서 경주지진도 있었고, 그래서 부지 지진재해도 관련되는 심사가 있었을 것 같습니다, 안전전문위에서. 그 부분하고요,

그다음에 항공기 재해도에 대한 심사도 있었을 것 같고,

그리고 설계수명이 60년으로 늘어나니까 중성자 누적조사량 관련해서 압력용기의 수명이죠. 그런 부분도 설비 관련해서 심사를 했을 것 같습니다.

그래서 안전전문위원장께서 안전전문위원회에서 심사했던 그런 재해도 관련 부분하고, 설비 관련 부분에서 어떤 심사결과로 이 건설허가 심사결과가 타당한지 요약해서 설명을 해 주시길 바랍니다.

○**위원장 유국희** 지금 제무성 위원님께서 안전전문위원회 위원장이신 허균영 위원장님께 몇 가지 질문을 요청드렸는데요. 지금 허균영 위원장님이 아까 말씀드린 대로 해외 출장 중이신데, 현지는 아마 새벽시간 같습니다.

우선은 어려우신데도 이렇게 영상으로라도 참석을 해 주셔서 감사하다는 말씀을 먼저 드리고요.

허균영 위원장님, 제무성 위원님 말씀 주신 사항에 대한 답을 부탁드립니다.

○**허균영 (안전전문위원회 위원장)** 위원장님 안녕하십니까, 그리고 위원님들께도 사실 처음 인사드리는 상황이라서 직접 배석하지 못해서 죄송하다는 말씀을 먼저 드리겠습니다.

지금 아마 방청하고 계시는 분들도 많이 계실 것이고요. 그다음에 전문위원회에서 이렇게 위원회 본회의에 와서 발언할 수 있는 기회가 흔한 상황은 아니라서 전문위가 어떤 곳인지 잠깐 설명드리고 쪽 내려가 보도록 하겠습니다.

‘원안위 설치 및 운영에 관한 법률’에 보면 원자력안전전문위원회 또는 전문위를 운영할 수가 있는데요. 원안위 소관 사무 중에서 필요한 자문이라든가 심의·의결 이전에 필요한 사전검토를 수행하고 있습니다.

저희는 지금 각 분야별로 한 분 내지는 두 분 정도의 위원이 계시고, 열네 분 내지는 열다섯 분 정도로 운영을 하고 있습니다.

제무성 위원님 이야기해 주셨던 신한울 3·4호기 같은 경우는 워낙 검토 범위가 광범위하고, 그다음에 대형 인허가 건이기 때문에 이런 것들이 저희 전문위에서 사전검토를 수행하게 됩니다.

이전에 보고 받으셨던 것처럼 여섯 번의 전문위 보고가 공식적으로 있었고요. 한 200여 건의 질의·답변도 진행이 되었습니다. 워낙 검토보고서 자체가 분량이 많고, 그다음에 기술 분야가 워낙 다양하지 않습니까.

그래서 위원님들 열네 분, 열다섯 분들께 해당 전문 분야별로 검토를 드리고, 그다음에 저희도 정례회의가 1개월에 한 번 있는데, 그 사이사이에도 시간을 효율적으로 활용하기 위해서 서면검토도 하고, 그다음에 방문 답변이나 이런 부분들도 진행을 합니다.

‘최대한 전문위에서 하는 역할이 자문기능이라는 점을 감안해서 시간을 효율적으로 사용하려고 노력을 한다.’ 이런 말씀드리겠습니다.

이번 지금 신한울 3·4호기 같은 경우는, 선행 동일 노형들이 여러 차례 있어서 세부적인 그런 기술 계통·설비에 대한 내용들보다는 건설허가라는 의미를 강조해서 제무성 위원님 말씀하신 것처럼 부지라든가, 그다음에 해당 부지의 다수기 이슈 이런 부분, 항공기 재해 이런 부분들 저희도 자세하게 확인을 했습니다.

‘전문위에서 이렇게 여러 번 나온 노형을 재차 또 검토할 필요가 있겠느냐.’라고 생각을 하실 수도 있는데요. 선행호기가 여럿 있었어도 그간 기술기준 같은 게 바뀌었으니까 혹시 그 관점에서 확인할 부분 있는지도 확인하고요. 반면 그간 과도하게 적용되는 이런 부분도 혹시 있지 않나 하고 양면을 확인하는 그런 역할을 하고 있습니다.

전문위 검토보고서가 아마 책상 위에 있을 것이라 생각을 합니다. 제가 전문위원장이기는 한데, 기술 분야가 워낙 넓고 해서 세세적인, 실무적인 부분을 답변드리면 제가 부족한 부분도 있고, 그다음에 해당 전문 분야의 위원님 생각이나 그런 관점을 또 잘못 전달해 드릴 수도 있을 것 같아가지고 전체적인 개괄을 위주로 설명을 드려볼까 합니다.

부지 관련해서는 전문위 검토보고서 4쪽이나 5쪽, 그다음에 그 이후 질

문들 오고 간 것을 보시면 19쪽에서 20쪽, 이런 부분을 확인하시면 저희 검토보고서에 대한 검토내용을 보실 수 있습니다.

그래서 기존에 이미 여러 원전이 돌고는 있었지만, 추가적으로 있었던 지진이라든가 단층조사 결과, 그다음에 해양물리탐사 이런 부분들, 이런 것들이 이번에도 충실하게 수행되었는지 KINS에 다시 한번 재질의를 하고요. 그런 부분이 타당하다라고 판단을 했습니다.

그다음에 신규원전이 들어감에 따라서 다수기 영향 같은 게 있지 않겠습니까. 그래서 단편적으로 다수기에 대한 영향을 줄 수 있는 요건들을 다 일괄 조사를 해서 혹시 종합적인 판단할 수 있도록 자료를 만들었습니다.

그래서 일곱 군데 정도에서 요건이 있는데, 12쪽에서 13쪽 전문위 검토 보고서를 보신다면 각 항목별로 문제될 만한, 안전기준을 어길 수 있는 문제될 만한 부분이 없음을 확인했고,

따라서 많은 원자료가 가동함에 따른 지금 걱정들이 계시겠지만, 현재 ‘안전기준을 충분히 만족하고 있다.’라는 결론에 저희도 동일하게 도달을 했습니다.

그다음 전문위에서 활용할 수 있는 시간이 많지는 않기 때문에 저희가 집중해서 보는 부분들은 따로 관리를 하고 있습니다. 예컨대 선행호기에서 무슨 문제 있었던 것 있나, 그다음에 기존 위원회 회의결과에 비슷한 내용의 질의응답들이 있었던 것이 이번 호기에도 있었나, 이런 것 다시 한번 확인합니다.

그리고 언론이라든가 이런 부분에 조명이 되어서 국민적 관심사가 있

는 이런 부분들 하는데요. 그런 것들이 말씀하셨던 항공기 충돌이라든가 예전에 있었던 공극, 그다음에 대형밸브 이슈, 그다음에 바로 작년이었던 가요, 앵커볼트 이슈, 이런 부분들을 다시 다 점검을 했습니다.

항공기 같은 경우는 주변에 있는 항공기 운항정보라든가 이런 부분들을 통계 처리하고, 그다음에 모델을 이용해서 계산을 함으로써 항공기 충돌에 의한 재해 확률 내지는 가능성이 안전기준보다 이하임을 저희도 재 점검을 할 수가 있었고요.

다음 공극이라든가 이런 부분들은 설계 단계에서는 제대로 이행한다는 것을 확인했고, 나중에 운영허가 가서 사용전검사를 통한 그런 과정에서 점검을 하면 안전 확보는 될 것으로, 그렇게 확인을 하였습니다.

제 위원님께서 말씀하셨던 것 중에서 중성자 누적조사 이런 부분 있었는데, 제가 기억하는 범위 내에는, 저희 검토보고서 내에는 현재 없는 상황인데요.

그 내용이 건설허가가 한동안 떨어져 있다 오는 그 과정 때문에 발생하는 기준, 최신기준 적용하는 부분과 연계해서 별 현안이 없었기 때문에 중성자누적 부분에 대해서는 저희가 특별한 의견을 제시한 것은 없었던 것으로 기억을 하고 있습니다.

시간을 너무 오래 답변하지 않았나 싶었는데, 이 정도로 일단은 전문위 검토결과 보고를 마치고, 더 필요한 것 있으시면 제가 또 답변하도록 하겠습니다.

○**위원장 유국희** 제무성 위원님.

○**제무성 위원** 안전전문위원회에서 지진이나 지질전문가도 있을 것 같습니다.

지금 ‘심사결과가 타당하다.’ 이런 결론을 안전전문위원회가 내렸는데요, 다른 생각을 가진 분도 있었을 수 있을 것 같습니다.

그래서 지진·지질 분야의 전문가가 낸 의견에 대해서 설명이나, 아니면 좀 다른 의견에 대해서 어떻게 컨센서스가 모아졌는지 짧게, 반대 의견들이 어떤 게 있었는지, 그런 게 있었으면 소개 부탁드립니다.

○**허균영 (안전전문위원회 위원장)** 전문위 회의가 다 종료되고 이렇게 검토보고서가 나온 이후에 제가 이것을 재해석해서 다시 설명드리는 상황은 조금 조심스러운 부분이 있어서요, 제가 여기에 대해서 답변해 드릴 수 있는 사항은 전문위 검토보고서, 예컨대 16쪽 전후로 보시면 부지 관련되어서 나왔던 질문들이 있습니다.

질의응답의 내용을 보시면 기존에 했던 KINS의 검토사항에 대해서 보완 설명이 필요한 것들을 확인해서 넣었고요. 이 과정에서 지질 관련한 안전성이 부족하다거나 혹은 덜 검토가 됐다거나, 이런 부분에 대한 의견 제시는 없었다고 기억을 합니다.

그래서 지금 현재 상황은 현재 갖고 계시는 ‘최신 기술, 최신 지식의 한도 내에서는 저희가 검토가 잘 이루어졌다.’라고 저는 생각을 합니다.

그래서 “부지 특성, 혹은 수문·해양 이런 부분들은 큰 이견이 없었다.” 이렇게 말씀을 드리겠습니다.

○**위원장 유국희** 다른 위원님 계신가요? 김균태 위원님 하시고, 아, 제무성 위원님도 계세요?

김균태 위원님 먼저 하시고, 제무성 위원님,

○**제무성 위원** 제가 아까 했던 질문 때문에,

○위원장 유국희 이어지면 먼저 하셔도 되겠습니까?

○김군태 위원 네.

○제무성 위원 설명 감사드리고요. 아까 안전목표 관련된 부분하고, 정지·저출력 리스크도 상대적으로 무시할 수 없는 수준인데, 그 부분에 대해서 어떻게 계획을 하고 있는지 답변 부탁드립니다.

○장동주 (한국원자력안전기술원 중대사고·리스크평가실장) KINS의 장동주입니다.

앞서 세 가지 정도 기술적인 부분 질문을 주셨던 것 같습니다.

첫 번째, 우리 사고관리계획서에서 운영허가 단계에서 제출되는 레벨 III PSA조차도 현재 KINS 규제기준에 있는데요, 레벨 III PSA를 요구하지만 정지·저출력까지는 요구를 안 하고 있는 상황에 대해서 질문을 주신 것으로 이해가 됩니다.

지금 PSA 제출 범위에 대해서는, 국제적으로도 저희가 국제회의 등을 참가하면서 기술수준의 발전에 따라서 범위가 조금씩 이렇게 국가별로 다르고, 점점 늘어나고 있는 그런 부분이 있습니다.

그래서 정지·저출력 PSA, 또 그중에서도 2단계, 3단계에 대해서는 저희가 이렇게 직접적으로 요구하기에는 아직 기술적인 성숙도가 높지 않다고 판단이 되는 상황에서 최대한 넓은 범위를 제출받고 있는 상황이고요.

말씀하신 그런 취지에 따라서 우리 3단계 PSA를 통해서 1·2단계에서 확인된 발전소의 안전성 수준을 3단계 PSA를 수행함으로써 직접 고시의 목표치와 비교한다는 또 의의도 있기 때문에,

저희가 한수원과 협의하고 필요하면 관련 지침 개정도 검토해서 기술

수준 발달에 따라서 PSA 범위를 확대할 수 있도록, 그렇게 검토를 하겠습니까.

그리고 0.1 %에 대해서도 질문을 주셨습니다. 0.1 %가 고시에 있는데, 관련 목표치가 수치적으로 확인이 잘되고 있는가에 대한 질문을 주신 것으로 이해가 됩니다.

그래서 실제로 전체 위험도의 0.1 %를 넘지 말라고 하는 그 고시 목표치를 만족하기 위해서는, 국내·외 전체 위험도 수준과의 비교 연구가 필요한 게 사실이고요.

그래서 저희가 어느 정도 정기적으로 관련 통계청 자료를 참고해서 KINS 내부 연구를 통해서 이 부분을 확인하고 있습니다. 필요하다면 추후에라도 그런 부분들은 또 설명드리도록 그렇게 하겠습니다.

그리고 마지막으로 세 번째 질문 주신 것은, ‘비상대책이나 이런 부분이 레벨 III PSA에 종합적으로 검토가 되고 있느냐?’라는 질문을 주신 것으로 이해가 됩니다.

그래서 운영허가 때 제출 받게 되는 레벨 III PSA 검토 시에는, 저희가 검토를 하고 있기는 한데요, 운영허가 단계에서는 관련 내용들을, 운영허가 때 제출되는 레벨 III PSA 문서에 반영될 수 있도록, 그리고 저희가 기술적으로 검토할 수 있도록 비상계획의 영향이 어느 정도 되고, 안전성 측면에 혹시 더 고민할 부분이 없는지에 대해서도 확인하도록 그렇게 하겠습니다.

○위원장 유국희 직무대행님, 말씀하실 게 있으면 해 주시죠.

○황태석 (한국원자력안전기술원장 직무대리) 저희 장동주 실장께서 말씀하신

게 마치 제무성 위원님이 코멘트 주신 것들을 다 반영한 것처럼 그렇게 이해될 우려가 있어서 조금 더 추가적으로 말씀을 드리면요,

먼저, 정지·저출력 3단계에 대해서는 장동주 실장이 설명을 했지만, 현재 기술수준이나 이런 것들을 봤을 때, 사실은 ‘전출력하고 정지·저출력이 그냥 출력의 차이만 있고 나머지는 같은 것 아니냐?’라고 생각하실 수 있겠지만,

정지·저출력이라는 것이 발전소의 운전 상태에 따라서 굉장히 많은 일을 해야 됩니다. 그러니까 이제 저출력 운전 중인 것인지, 핵연료 장전을 위해서 이게 더 이상 출력을 내지 않는 상황에서 발전소의 상태에 따라서 대략 15개, 16개 정도의 상태별로 수행을 해야 되는 것인데,

그러다 보니까 기술적 기준도 그렇고, 불확실성도 그렇고 이런 것 때문에 사실은 이것을 직접적인 어떤 의사결정의 근거로 삼기에는 적절하지는 않다라는 생각이 들고요.

그래서 지금 사고관리 범위 및 사고관리 능력 평가의 세부기준에 관한 규칙이 저희 고시로 되어 있는데, 거기 제9조(위험도평가)에 보면 결국은 ‘부지 인근 주민의 발전용원자로시설 사고로 인한 초기사망 위험도 및 암사망 위험도가 각각 전체 위험도의 0.1 % 이하이거나’, 이것은 아까 제무성 위원님께서 말씀하신 그 0.1 %와 관련된 사항이고요.

그런데 이것과 직접 비교하기가 힘든 경우에는 ‘또는 그에 상응하는 성능 목표치를 만족할 것’ 이렇게 되어 있거든요.

그래서 저희가 PSA를 하다 보면 레벨 I, 레벨 II, 레벨 III 이렇게 점점 범위를 늘려가면서 하는데, 이게 레벨이 올라갈수록 불확실성은 굉장히 커

지거든요.

그러다 보니까 이 고시에서도 목표으로써, 안전목표로써 레벨 III를 해서 0.1 %와 직접 비교를 하든지, 불확실성이 크니까 ‘의사결정의 근거로 하기에는 불확실성이 너무 크다.’라고 했을 때는 그에 상응하는 성능목표와 비교할 것을 요구하고 있는 것이고요.

그런 관점에서 말씀해 주신 그런 사항들은 저희가 내부적으로 검토해 볼 수는 있겠으나, 실질적으로 어느 정도 수준에서 수용이 될 것인지는 저희가 한번 사업자 포함해서, 그리고 국제적으로 어느 정도 수준에서 될 것인가 고민할 부분이 있을 것 같습니다. 성능목표와 관련된 것, 그리고 정지·저출력 3단계 수행 범위와 관련된 것은 그렇고요.

마지막에 비상대응과 관련해서는, 사실은 IAEA Document에서 비상대응과 관련해서 신규 원전에 대해서는 비상대응이 필요 없을 정도로 Practically eliminate 되도록 그렇게 요구를 하고 있는데, 이것을 실질적으로 PSA와 연관해서 비상대응까지 포함한 영향평가를 하라는 것은 그것과 조금 상치될 수 있지 않을까. 그런 관점에서도 검토해 볼 부분이 있을 것이라고 생각이 됩니다.

○**위원장 유국희** 제무성 위원님 계속 관련된 말씀을 하시는 것 같은데,

○**제무성 위원** 네, 관련되는 말씀이라, 짧게 말씀드리겠습니다.

지금 여러 가지 이야기가 나왔는데요. 성능목표를 0.1 % 안전목표에 상응하는 목표로 지금 오래전부터 써 왔습니다. 그것은 지금 단계가 1·2·3단계로 되면서 불확실성이 크기 때문에 그런 성능목표로, 그러니까 Surrogate goal이라고 그러죠. 그것을 써 왔다는 말씀은 동의하고요.

그런데 지금 나오는 CDF나 LERF 같은 성능목표 값이, 저는 그게 지금 현재는 0.1 %가 고시에 들어가 있고, 그 CDF나 노심손상빈도(LERF)나 격납건물파손확률 값은 지금 KINS의 심사기준, 심사지침에만 있기 때문에 사실은 제한치가 아니고 목적치로, Objective goal이죠.

그것으로 쓰는 시스템으로 되어 있는데, 우리가 2009년도, 그러니까 원안위가 생기기 이전에 제39차 회의록, 제가 자료를 보니까 그렇게 돼 있던데, 거기서 의결한 것에 근거해서 어쨌든 지금은 limit처럼 사용을 하고 있어요.

그런데 그게 저는 무리가 있다고 생각합니다. 그 값은 숫자입니다. 그게 수행기관에 따라서 다르고요. 또 사용하는 모델, 또 사용하는 코드에 따라 다르고요. 또 사고시나리오를 뭘 넣을 것이냐, 안 넣을 것이냐 하는 그런 사고시나리오 포함 여부에 따라서 다르고요.

그래서 저는 '성능목표를 타겟으로 하는 것은 가능하면 빨리 벗어나야 된다. 0.1 % 리스크에 맞춰야 된다.' 그렇게 생각합니다.

그래서 후쿠시마 사고 이후에 Design Basis Accident 해서 Beyond DBA (Design Basis Accident)로 이렇게 확장이 된 것입니다. 그래서 국민건강을 생각하면 0.1 % 그 리스크를 가지고 Decision making을 해야 됩니다.

노심손상빈도가 10^{-6} 이렇게 되면, 그게 발현주기가 100만 년이에요. 그것은 실제 리스크의 열 배 내지 백 배 정도의 보수적인 값으로 확인하기 위해서 그 당시에 surrogate로 만든 임시적인 goal입니다.

그래서 지금은 ASME PRA Standard도 나오고요, 그다음에 미국은 Reg. Guide 1.200에서 레벨 I·II는 엄격하게 recommend를 하고 있습니다.

그런 상황인데, 이것을 자꾸 성능목표, 과거에 했던 그 목표에 그냥 안착하는 것보다는 기술개발을 통해서, 결국 국민이 궁금하게 생각하는 것은 0.1 %, 아까 말씀드린 사망자입니다, fatality입니다. Early fatality, 또 Latent cancer fatality, 조기 사망하고 후기 암 사망이 어느 정도 되느냐가 국민 관심사라고 생각합니다. 국제적으로 그렇습니다.

그래서 국민 건강뿐만 아니라, 환경오염 방지 차원에서, 또 세슘 100 TBq, 100만 분의 1이라는 규정도 나왔고요. 그래서 우리가 지금 고시에 담고 있죠.

그래서 저는 우리 황태석 부원장께서 지금 설명한 부분에 대해서 안전목표가 레벨 III의 안전목표로 나아가야 된다. 어차피 불확실성은 레벨 I도 있고 레벨 II도 가면 굉장히 많습니다. 중대사고 진행이 어떻게 진행될 것인지 하는 것은 정말 불확실성이 크죠.

그다음에 두 번째는, 정지·저출력인데요. PSA가 그냥 값이 CDF가 얼마고, LERF가 얼마고 해서 이 정도면 충분히 안전하다 하는 게 지금 사실은 쓰이고 있는 대표적인 사례로 보는데,

사실은 PSA가 설계 개선용입니다. 그리고 안전평가를 해서 얼마나…… 안전관리를 잘하기 위해서는 하는 tool이 PSA입니다. 그런데 PSA가 프랑스에서, 제가 연도는 기억 못 하겠는데요, 프랑스에서 independent하게 프랑스 원전에 대해서 PSA를 수행하다가 정지·저출력이 상당히 크게 나오는 것이예요.

그래서 그게, 그냥 Plant specific 합니다. 어떤 원전을 해 보니까 지진 쪽이 굉장히 중요한 위험요인으로 나오고 하는 게 외국에서는, 일본도 그

령고, 미국도 그렇고 PRA라고 하는데요, Risk assessment 들어가는데, PRA를 수행하면서 얻은 결론이 프랑스의 경우에 정지·저출력이 크다.

물론 거기에 작업자들이 행위가 많이 들어가기 때문에 인적 오류 부분이 있어서 평가의 불확실성이 커지기는 합니다. 그렇지만 값 자체를 가지고 Limit value를 쓰지 말고, Objective value죠. 그러니까 어떤 타깃이예요. 어느 정도 수준인가 확인하는 값으로 사용하는 것이 맞는 방향이라는 것이죠.

그래서 레벨 III까지 하면서 0.1 % 리스크에 맞추는, 그 값 자체를 제한치로 사용하지 말고 어느 정도 수준인가 확인하는, 그런 규제 철학으로 바뀌어야 되지 않나 생각합니다. 그래서 ‘정지·저출력도 저는 나중에 운영허가 때는 포함을 시켰으면 좋겠다.’ 하는 바람이 있고요.

또 안전목표도 지금 사무처가 제39차 안전목표, 원안위 회의 때 안전목표를 제시했는데요. 저는 안전위원회 결정사항이 또 행정명령 수준이라고 봅니다.

그래서 다시 한번 논의할 기회가 있으면 안전으로 삼아서 안전목표 값 자체를 제한치로 사용하지 말고 목적치로, 국제적으로 그렇게 통용하고 있거든요. 목적치로 사용하는 그런 계기가 됐으면 좋겠습니다.

이상입니다.

○위원장 유국희 김균태 위원님 혹시 PSA 관련된, 그것은 아니세요?

그러시면 제가 이 말씀 잠깐 정리를 하고, 기회를 드리겠습니다.

지금 제무성 위원님하고 KINS 쪽에서 질의·답변을 통해서 PSA 관련된 말씀을 주셨는데, 이 부분은 제무성 위원님이 아시는 것처럼 이번 신한울

3·4호기 건설허가 관련된 부분은 정해진 범위에서 수행이 된 것이고,

아마 사고관리계획서를 저희들 논의할 때 말씀을 또 하실 수 있는 기회가 있는 것 같습니다. 그래서 그때 조금 더 심도 있게 논의를 하는 것으로 일단 정리를 했으면 좋겠고요.

김균태 위원님, 말씀해 주십시오.

○**김균태 위원** 허균영 전문위원장님 먼 곳에서 지금 늦은 시간까지 참석을 해주셔서 대단히 감사하다는 말씀을 드리고요.

일단 참석을 하셨으니까, 저희하고 소통할 기회가 거의 없었는데, ‘이런 기회에 소통하면 좋겠다.’라는 생각이 들어서 굉장히 의미 있는 시간이라고 생각이 돼요, 조금 늦었지만.

그런데 전문위원회에서 한 결과, 신한울 3·4호기 건설허가에 대해서 보고서가 온 것이 건설허가 심사보고서에 대한 검토결과라고 되어 있어요. 사실은 전문위원회에서 할 역할이 KINS가 한 심사결과, 심사보고서에 대한 검토 이것이라기보다는,

사실은 새로운 이슈, emerging 이슈, 또는 논란이 되는 이슈들에 대해서 전문가로서, 전문가 집단으로서 그것에 대한 방향 제시, 이런 것들이 더 중요하다고 저는 생각이 들거든요.

그런 면에서는 심사보고서에 대한 검토, 이것도 퀄리티를 높인다는 측면에서 굉장히 중요한 부분이기도 하지만, 그것보다도 앞으로의 원전 안전성 또는 이런 것들을 위해서 이런 부분들이 조금 더 심층 검토되고, 이런 방향으로 가면 좋겠다라는 제안이 더, 제언 또는 권고 이런 것들이 더 필요한 것 같아요.

그런데 지금 당장은 제가 그런 것들을, 그러니까 이 보고서를, 심사보고서를 보니까, 검토보고서를 보니까 몇 가지 단위 문제라든지 이런 부분들, 이것도 굉장히 중요한 부분입니다.

단위도 사실은 2000년대 초반부터 “SI unit으로 바꾸자.”라는 얘기를 했었는데, 아직도 psi British unit을 쓰고 있기 때문에 이런 부분도 굉장히 중요한 부분이라고 생각이 돼요.

그래서 그런 부분들 관점에서 앞으로 조금 더 집중적으로, 그러니까 다들 바쁘신 분들이 시간을 내서 쪼개서 하시는 것인데, 조금 더 효율성을 높이기 위해서 앞으로 개선방향 쪽에 조금 더 집중해 주시길 부탁드립니다,

혹시 이번 전문위원회에서 검토하시면서 그런 관점에서 여기 보고서에는 나와 있지 않지만, 보고서에 나와 있지 않다는 것은 아직 어떤 방향이라든지 이런 것들이 컨센서스가 이루어지지 않은 것들이겠죠.

그런 것들 중에서 혹시 기억나거나, 또는 앞으로 고려했으면 좋겠다 하는 것들이 있으면 말씀을 해 주시면 좋을 것 같습니다.

○**허균영 (안전전문위원회 위원장)** 김균태 위원님 감사합니다.

말씀하신 것처럼 현재 전문위에서 어떤 안전을 다루는 방법은 KINS 규제전문기관에서 검토한 내용이 마무리된 이후에 그것을 한번 재검토하는 그런 상황입니다.

하지만, 현실 상황에서는 열다섯 분 위원이라고 하셔도 전문 분야별로 사실은 한 분, 두 분 정도이고요. 그래서 보실 수 있는 여건이나 이런 부분들에 제한이 있기도 합니다.

다만, ‘무척 중요한 사안이다.’라고 판단이 되는 경우에는 전문위 내(內)

또다시 실무위원회라는 것을 구성해가지고 심층검토를 하는 기회를 갖고 있습니다.

말씀하신 것처럼 저희도, 그래서 대형 인허가를 몇 번 겪었는데요. 특히, 심사가 다 끝난 다음에 보고서에 대해서 점검하는 과정은 꼭 필요하고, 그다음에 전문위 역할 중에 중요하다고 생각합니다.

그런데 저도 위원회 회의록, 전문위에서도 위원회 회의록을 항상 따라가면서 보고 있는데요. 위원회 회의록 안에도 보면 기술적인 현안이라든가, 예전에 없었던 인허가가 필요한 이런 부분, 이런 부분에 대해서 조금 더 선제적으로 의견을 줄 수 있는 기회가 있으면 좋겠다는 발언하신 것을 본 적이 있습니다. 전문위도 마찬가지고요.

특히나 앞으로 대형 경수로 같은 경우는 이미 잘 Set up이 되어 있지만, 그럼에도 불구하고 그런 의견을 드릴 만한 부분 있을 것이라고 생각을 하고요.

향후 다양한 다른 원자력 산업이 확장되면서 생기는 그런 현안들 같은 경우는 더더욱이나 전문위도 KINS의 검토과정 중에 대신 KINS의 어떤 의사결정이라든가 이런 역할이나 권한에 대해서는 침해하지 않는 범위 내에서 참여할 수 있는 방법이 있으면 좋다고 생각을 합니다. 그런 기회를 위원회에서 프로세스나 이런 것을 논의해 주시면 거기에 따라서 진행을 하겠습니다.

그런 관점에서 혹시 신한울 3·4에서 제언할 부분이 있냐고 말씀해 주셨는데요. 마찬가지로 저희 검토보고서 안에 있는 것 내에서 설명드리자면, 지금 건설허가를 받고, 그다음에 운영허가를 또 한참 지나서 받겠죠.

그다음에 60년의 가동기간을 가질 테니까요, 이슈가 되는 기후변화라든가 이런, 지형이나 기후 관련된 장기적인 영향이 꼼꼼하게 검토되어서 설계단계에서 할 수 있는 부분은 하고, 나중에 운영 이후에도 검사라든가 주기적 평가 이런 것을 통해서 개선할 부분을 확인해야겠다, 이런 의견이 제시된 것을 확인하실 수가 있겠습니다.

그래서 이번 경우는 선행노형이 많고 해서 최대한 설비에 대한 현안보다는 그런 부지, 기후, 그다음에 그런 데 대한 의견을 제언했다, 이렇게 보고드리겠습니다.

○**김군태 위원** 고맙습니다.

○**위원장 유국희** 다른 위원님? 추가로 더 하실 것인가요?

○**김군태 위원** 네.

○**위원장 유국희** 말씀하시죠.

○**김군태 위원** 지금 PSA 관련해서 논란이 됐는데, 사실은 이것이 제가 지난번 보고 때도 언급했듯이 허가기준, 기술기준, 그다음에 KINS의 지침, 이런 것들에 대한 지금 위상 정립이 잘 안 돼서 발생한 문제인 것 같아요.

지금 원장 직무대행께서 얘기하신 것처럼 고시에는 안전목표와 surrogates, 그러니까 대체 안전목표를 다 같이 쓸 수 있도록 돼 있거든요. 그런데 아까 자료에 보니까 KINS 규제기준에서 레벨 III를 요구하고 있어요. 이것은 요구할 필요가 사실 없어요.

왜냐하면 한수원 입장에서는 둘 중의 하나를 만족시키면 되는 것인데, 굳이 이것을 '한쪽으로 만족을 시켜라.'라고 요구하는 것이 잘못된 요구인 것 같은 생각이 드는데,

어쨌든 그 부분은 이번 지금 건설허가 심의와는 별개로 사실은 제
이 회의 끝나고 나서 별도로 제안을 드리려고 준비를 했었는데, 그것은 따
로 논의를 하면 어떨까 싶습니다.

○**위원장 유국희** 다른 위원님? 박천홍 위원님.

○**박천홍 위원** 저는 두 가지만 여쭙볼게요.

하나는, 제무성 위원님 요구자료에 의해서 나온 7페이지에 보면, 점 추
정치가 있고 평균값이 있잖아요, 불확실성에서. 여기서 점 추정치가 뭔지
이해를 하는데 도움이 됐으면 좋겠고요.

점 추정치를 적용해서, 더해서 값을 내신 것 같은데, 그것을 저는 확실
히 몰라서 알려주셨으면 좋을 것 같습니다.

먼저 답변해 주시죠.

○**장동주 (한국원자력안전기술원 중대사고·리스크평가실장)** KINS의 장동주입
니다.

저희가 PSA 평가를 할 때 여러 기본 사건들을 동시에 일어나는, 또는
하나라도 일어나면 고장이 일어나는 이런 ‘고장수목’이라는 기법을 통해서
계산을 합니다.

이렇게 할 때 예를 들면 고장 확률값이 통계적인 자료이지 않습니까.
이것을 각각의 자료가 어떻게 보면 어떤 분포를 따른다고 하고, 그런
Error factor, parameter들을 가지고 있습니다.

그러면 그것을 가지고 사실은 다 propagation을 해서 계산하는 게 가장
정확한데, 방대한 수목을 전부 그렇게 할 수는 없기 때문에 기본적으로는
mean 값, 평균값을 입력하고 이것을 Boolean algebra를 계산해가지고 계

산해내는 것을 저희가 기본적으로 사용을 하고 있고요, mean 값을. 예를 들면 전체 노심손상빈도 같은 값을.

그런데 지금 계산한 다음에 별도의 불확실성 분석, 그러니까 몬테칼로 (Monte Carlo) 시뮬레이션 이용합니다. 그래서 이것을 전부 propagation 할 수는 없지만, 이 각각의 분포로 다 입력을 한다면 어떤 분포로 결과가 나오는 게 맞고요.

Exact하게 하면 두 mean이 거의 같겠지만, 완전히 일치하지는 않지만 거의 같습니다. 이 분포에서의 mean, 50 %ile, 90 %ile 이런 것과의 퍼짐을 가지고 '우리가 전체 계산이 어느 정도 불확실성을 가지는구나.' 이렇게 해서 별도로 <표>가 있다 보니까 mean이 두 가지 값이 있습니다.

설명이 잘 됐는지 모르겠습니다.

○박천홍 위원 정확하게는 모르지만, 이해는 할 것 같습니다.

○장동주 (한국원자력안전기술원 중대사고·리스크평가실장) 알겠습니다.

○박천홍 위원 첫 번째 질문은 그렇고요.

두 번째는, 사실은 지난번 사전설명회 때 질문을 드렸던 내용인데, 아직도 제가 정확치가 않아 다시 한번만 질문을 드릴게요.

항공기 재해 때 일반적으로 쉽게 생각하면 '재해도가 하나의 발전소에 대해서 이 정도 확률이면, 지금 10기가 돌아가면 더하기 열 배가 되어야 되는 게 아닌가?'라는 게 일반적으로 생각할 수 있는 것이고,

거기에 유효면적 개념이 지금 재해도 할 때 들어가 있는데, 유효면적하고 거리를 계산할 때 그것을 어떻게 봐야 되는지 한번 여쭙보고 싶어요.

○이세현 (한국원자력안전기술원 구조·부지평가실장) KINS 구조·부지평가실

장 이세현입니다.

위원님 말씀 주신 사항은 다수호기 관점에서 항공기 재해도 발생했을 때 확률이 더 올라가야 되지 않느냐는 것인데, 지금 현재 규제 체계에서는 각 발전소 단위로 호기가 2개라고 하면, 2개에 대한 유효면적 전체를 더해서 영향을 줄 수 있는 유효면적을 더해가지고 그것에 따라서 빈도를 산정하도록 하고 있습니다.

그래서 각 발전소 단위로 추락빈도가 산정이 되고, 각 발전소 단위로 허용기준 만족 여부를 평가해서 설계에 반영하는지 여부를 판단하고 있습니다.

○**박천홍 위원** 그렇다는 이야기는 결국은 ‘발전소가 10개면 향후에는 누적을 시키는, 다수호기에 대한 고려도 할 필요도 있을 것 같다.’라는 생각이 들어요, 현재 법과는 관계없이, 이 건설허가는 상관없이.

○**이세현 (한국원자력안전기술원 구조·부지평가실장)** 그 부분에 대해서는 한번 고민을 해 보겠습니다.

다만, 이 항공기 재해도를 하는 관점은 그 발전소에 대한 설계를 하느냐, 안 하느냐. 그리고 그 발전소의 부지, 위치하는 부지의 적합성에 대한 부분을 결정하는 부분에 대해서 활용하는 것이기 때문에,

이것을 추후 설계가 된 후에 전체를 걸쳐서 이 부지가 적합하냐, 안 하냐를 판단하는 부분은 아니기 때문에, 건설허가 부지를 정하는 그 시점에서 그 호기, 발전소 설계 호기가 위치할 때, 그때 재해도를 평가하는 관점이기 때문에.

○**박천홍 위원** 지난번에 사실 그 답변을 주셨는데, 저는 거기에 대해서는 쉽게

agree가 안 돼서 그렇거든요. 부지 하나만을 놓고 볼 때 이 부지의 확률이 그러니까 괜찮다.

그런데 이 부지를 정함에 따라서 옆에 호기들에 더해서 확률이 올라간다면 다시 생각해 봐야 되는 것 아닌가 하고,

제가 또 이 질문을 드린 이유 중의 하나는, 항공기 재해도에 대한 이게 목표치인지, 제한치인지 저도 정확하게는 모르겠는데, 10^{-7} 의 개념도 모호하잖아요, 수준이라고 해서, 그렇죠?

그래서 이 두 가지가 앞으로는 정리가 되어야 될 것 같아서 지금 언급을 드리는 말씀이고, 저희가 수준으로 놓고 이것을 답변에 의하면 5×10^{-7} 에서 5×10^{-8} 의 범위를 의미한다고 얘기를 했거든요, 그렇죠?

그것을 수치적으로 그렇게 수준에서 정확하게 하기 시작하면 이 확률도 정확하게 가져가야 되지 않을까.

그러면 결국은 제한치나 이런 것들을 저희가 다시 한번 고려해서 결정해야 되지 않나라는, 향후에. 그런 생각이 들어서 말씀을 드립니다.

○이세현 (한국원자력안전기술원 구조·부지평가실장) 말씀하신 사항은 반영을 해서 실질적으로 정확한 허용기준치를 고려할 수 있도록, 필요 시 저희 안전심사지침에 반영할 수 있도록 할 것이고요.

반영할 수 있도록 노력하겠습니다.

○위원장 유국희 혹시 추가설명 필요하시면 추가설명을 해 주시죠.

○이정재 (한국원자력안전기술원 원자력심사단장) 심사단장입니다.

다수기 관련해서 말씀하신 부분에 대해서는, 지금 우리가 항공기 재해도를 보는 관점은 다수기 개념 아닙니다. 그래서 단일호기에 대한 규정

이고,

다만, 항공기 충돌을 포함한 다수기 관련된 부분에 대해서는 운영허가 때 제출하는 사고관리계획서 안에서 그 전략이 다수기에 관한 사항까지 고려를 하도록 그렇게 의무화하고 있거든요.

그래서 사고관리전략에 포함되는 사고, 대상 사고들은 인위적인 항공기 충돌까지 포함하고 있기 때문에 그런 관점에서 제도적으로는 다루어진다고 이렇게 말씀드리고 싶습니다.

○**박천홍 위원** 제가 질문을 드린 이유는, 그것을 몰라서 드리는 것은 아니었고요. 단, 저희가 항공기 재해도를 여기서 평가하는 이유, 원인, 그러니까 목적을 생각해 볼 때 향후에,

지금은 그런 게 저희 rule에 없어서 이 건설허가에 영향을 안 미칠 수도 있겠지만, 향후에는 정말 저희가 항공기 재해도 평가를 그런 목적으로 한다면 당연히 다수호기에 대한 확률도 고려하는 것을 해 나가야 되지 않느냐라는 차원에서 말씀드린 것입니다.

○**위원장 유국희** 원장 직무대행님 말씀 주십시오.

○**황태석 (한국원자력안전기술원장 직무대리)** 제가 이쪽 분야를 아주 잘 아는 것은 아닌데, 지금 말씀하신 항공기 재해도 관련해서는 지난번에도 회의 때 한 번 말씀드린 것 같은데, 결국은 ‘빈도를 한 번 평가를 해서 10^{-7} 수준이 초과가 되면 설계에 고려를 하라.’라는 것이거든요.

그런데 박천홍 위원님 말씀하시는 게, ‘그 옆에 다른 호기들이 이미 운영 중이라고 했을 때, 이 항공기가 가다가 추락했을 때 여기에는 충돌하지 않아도 다른 것에 충돌한다라고 하면 그 재해도 빈도 자체가 커지는 것

아니냐?’라는 말씀이신 것 같은데요.

사실은 ‘그 옆엿것에 떨어진다.’라고 하면 그 호기에 대한 재해도에 이미 반영이 되어 있는 것이죠. 그런 관점에서 봤을 때는 이것을 설계 고려를 해야 하느냐, 안 해야 되는 그런 관점에서 보면, 단일호기에 대해서 하는 게 맞는 것 같은데,

다만, 우리 이정재 단장께서 이야기한 것처럼 사고관리계획서는 기본적으로 인위적인 항공기 충돌에 대한 것이기는 합니다만, 그런 항공기의 추락이나 이런 관점에서 그 부분에서 조금 더 검토해 볼 부분이 있는지 그것은 조금 더 살펴보겠습니다.

○**박천홍 위원** 아주 저는 쉬운 질문을 드린 것인데 답이 계속 어렵게 와서 드리는, 다시 한번 말씀을 드리는데, 하나하나에 대해서는 다 문제가 없어요.

그런데 저희가 다수호기를 얘기하는 것 자체가 하나하나에 대한 문제가 아닌데, 여러 개가 모이면 문제가 생기는 것에 대해서 얘기를 하는 것이고, 이것도 그런 관점에서 보면 그런 문제가 보이는 것 같아요.

그런 관점에서 현재 저희가 다수호기에 대한 규제가 없으니까 그것을 가지고 지금 논하자는 것은 아니고, 그런데 향후에는 저희가 이것을 항공기 재해도 평가 수치를 가지고 부지의 적정성을 본다거나 그런 데 활용할 것이라면 당연히 이 확률이 더해져서 같이 얘기가 논해져야 되는 게 아니냐, 여러 개를 지을 때는. 그런 취지에서 그냥 일반적인 관점에서 말씀드린 것입니다.

○**위원장 유국희** 다른 위원님 계신가요?

김군태 위원님.

○**김군태 위원** 이것을 말씀드리는 게 나올지 어떨지 모르겠는데, 항공기 재해도라는 것은, 뭐랄까, 그 부지에 전체적으로 영향을 주는 태풍, 쓰나미, 지진 이런 것하고 달리 항공기가 가다가 발전소에 영향을 주는 이것을 하는 것이기 때문에, 사실 부지 단위로는 같은 값일 것이라고 생각이 되고, 그러니까 같은 값으로 구해지는 것이고. 왜냐하면 항공기가 날아다니는 빈도나 이런 것을 계산하는 것이니까.

다만, 재해도를 평가할 때 유효면적으로 하는 것은 발전소가 크면 유효면적이 좀 커질 것이고, 그다음에 위치에 따라서 산비탈 가까이 있으면 유효면적이 작아질 수 있는 이런 특징적인 것이 고려되어서 호기별로 하는 것이기 때문에, 발전소별로 여러 개가 있기 때문에 더 커진다는 개념은 아닐 것 같고,

그다음에 설계기준사고와 설계기준 초과하는 사고에 대한 rule이 구분되어야 되는데, 10^{-7} 값을 지금 타깃으로 쓰는 것은 설계기준에서 그것을 고려할 것이냐, 말 것이냐에 대한 과거에 만들어졌던 rule이고,

사실은 그 이후에 그것을 override 하는 rule이 생겨서 지금은 항공기 충돌 자체를 확률이 아니고 그냥 '고려하라.'라고 되어 있기 때문에 그 rule 자체가 이미 outdate 된 그런 rule인 것 같습니다.

그래서 그런 관점에서 보면 부지가, 그러니까 '다수호기가 생겼다 그래서 그것이 바뀌는 개념은 아닌 것 같다.'라는 의견을 드립니다. 제가 적절한지 모르겠습니다.

○**위원장 유국희** 말씀과 답변에서는 다 나온 것 같은데요.

아마 인접해 있는 부지라도 항공, 그러니까 아까 잠깐 김군태 위원님

비탈 말씀도 주셨는데, 인접해 있다고 하더라도 지형이나 지물이 달라지면 재해도는 바뀔 수 있습니다.

그런데 그런 변수가 없으면 동일한 개념이라고 말씀을 하시는 것이고, 그래서 저도 이해를 하는 게 KINS 쪽의 답변이 ‘설계에 반영할 만큼 항공기의 위험을 고려해야 하느냐?’ 이 부분을 재해도로써 평가를 한다는 얘기거든요.

그래서 정말 이게 항공기가 그 옆에 공항이 있어서, 또는 비행기의 빈도가 굉장히 많아서 고려해야 된다면, 그것에 영향을 주는 부분을 설계에 넣어야 된다는 개념으로 접근을 하는 것이고요.

박천홍 위원님께서 우려하시는 부분은, 아까도 얘기 나왔습니다만 사고 관리라고 하는 차원에서, ‘그러면 여러 개의 호기가 있는데 항공기가 왔을 때 인위적으로 뭔가 생기면 그것은 어떻게 할 것이냐.’ 하는 차원에서 접근을 한다는 말씀으로 제가 이해가 되거든요.

다른 위원님 계신가요?

임승철 위원님.

○**임승철 위원** 사실은 지난번 보고 때 질문을 드리려고 했었는데, 제가 기회를 놓쳐가지고.

안전의 10페이지를 보면 ‘비상노심냉각장치’ 하고 이렇게 해서 그쪽 가장 밑에 dash(-)에 보면 ‘가장 심각한 설계기준사고인 대형냉각재상실사고 해석결과, 피복재 온도, 피복재 산화도, 최대 수소 발생량’ 이런 것으로 해서 수치들이 나와요.

그런데 온도는 몇 ℃, 그다음에 산화도는 몇 퍼센트(%) 매칭이 되는데,

최대 수소 발생량이 퍼센트라고 나오거든요. 그래서 이 퍼센트라는 것이 수소가 메인으로 증기하고 피복재가 반응해서 생기는 것으로 알고 있는데, 원자로 속에 들어 있는 피복재하고 100 % 다 반영해서 최대 발생 가능한 수소량 중에 0.316 %만 생긴다는 것인지, 그게 일단 궁금합니다.

그래서 그러지 않을까 싶은데, 지금은 모르더라도 나중에, 일단 최대 수소 발생량과 퍼센트는 매칭이 안 되는 것 같아서.

일단 그 부분 조금만……

○**최용석 (한국원자력안전기술원 안전해석실장)** KINS 안전해석실장 최용석입니다.

지금 말씀하신 그 개념이 맞고요. 그래서 지금 설명이 충분히, 이렇게 짧게 쓰다 보니 안 됐는데, 퍼센트의 기준이 되는 전체 양은 아까 말씀하신 바와 같이 ‘노심 내 있는 핵연료 부분을 둘러싸고 있는 피복재가 물과 100 % 반응을 했을 때 생성될 수 있는 최대 수소량의 1 %를 넘으면 안 된다.’ 이런 뜻이고요. 해석결과는 0.316 %로 나왔다는 뜻입니다.

○**임승철 위원** 그럴 것으로 생각이 됐어요. 그래서 지금 안전은 아니더라도 나중에 기술하는 단어를 고민을 해 봐주시면 좋을 것 같아요. 발생량과,

○**최용석 (한국원자력안전기술원 안전해석실장)** 네, 알겠습니다. 그 부분 반영을 해서 오해의 소지가 없도록 개선하겠습니다.

○**임승철 위원** 발생량과 퍼센트는 매칭은 안 되거든요.

그다음에 심사보고서 1권의 617페이지, 수소 해서 이렇게 보다 보니까 617페이지 중간쯤 보면 ‘한수원은 설계기준사고 시 요구되는 용량의 200 %에 해당하는 PAR(피동축매형수소재결합기)를 설치하고, ~ 수소퍼지계통

을 설치하였다.’ 해서 ‘PAR가 작동 시 ~ 수소농도 제한치가 4 % 이하를 만족함을 확인하였다.’ 이것 분석이 빠졌어요.

그러니까 전문가들께서 분석하신 것에 대해서 그 내용을 뭐라고 제가 따질 수는 없을 것이고, PAR는 한동안 시끄러웠잖아요. 국내 원전에 지금 국내 2개 사(社)의 PAR 설비가 설치됐는데,

한 2년 넘게 저것 해서 1개 회사 것은 요건을 만족하고, 1개 회사 것은 지금 만족을 못 하는 상황에서 후속조치가 들어가 있는 상황인데,

한수원이 제출한 PSAR에는, 예비안전성분석보고서에는 ‘어느 회사의 어느 설비를 쓰겠다.’ 이렇게까지 나오지는 않을 것이예요, 그렇겠죠? PAR의 설비요건 그것만 나올 것 같은데,

제출된 PAR의 성능이 예전에 제출됐던 것하고 비슷한가요, 아니면 이번에 우리가 검증했던 실제 나온 설비 성능하고 다른가요, 그 부분이 차이가 있는지?

○장동주 (한국원자력안전기술원 중대사고·리스크평가실장) KINS의 장동주입니다.

말씀하신 것처럼 건설허가 단계에서는 아직은 어떤 제품인지 구체적인 그런 부분은 제시되지는 않습니다. 평가내용을 저희가 검토한 바로는 이전 원전들과 유사한 성능을 가정하고 평가를 한 것이고, 그렇게 가정한 대로라면 이러한 안전성평가결과가 도출될 수 있다는 것은 저희가 확인했습니다.

따라서 이후에 실제로 발전소를 운영하기 위해서는, 운영허가 단계에서는 그 성능이 정말 나오는 설비를 한수원이 구비를 당연히 해야 될 것이

고요. 현재 한수원이 ‘어떤 제품을 쓸 것이다.’ 하는 부분은 결정되지 않은 것으로 저는 알고 있습니다.

사용전검사나 운영허가 심사 단계에서 제출되는 각종 품질서류 검토들을 통해서 충분히 성능이 확인될 수 있는 제품이 들어갈 수 있도록 나중에 그렇게 할 수 있도록 하겠습니다.

○**임승철 위원** 아까 말씀드린 대로 우리 위원회가 PAR 설비에 대해서 자체적으로도 원자력연구원이나 이렇게 부탁도 하고, KINS도 수고하셔가지고 검증하고 했는데, 나중에 실제 설비가 공급되면서 품질보증계획서도 그렇지만 설비인증서, 성능시험서 이런 것도 들어올 것이잖아요. 그것 어떻게 검증을 따로 다시 하게 되나요?

예를 들면 PAR 설비에 대해서 한수원이 정해서 A 업체로부터 납품을 받아서, 그러면 A 업체가 성능성적서, 성능시험성적서를 제출해서 낼 것이란 말이에요.

그러면 그것을 따로 검증을 여태까지는 사실 안 했을 것 같은데, 지금 우리가 위원회에서 아까 말씀드린 대로 국내 2개 사(社) 중에 다 검증해가지고 하나는 되어 있고 한데,

아직 실제 공식적으로 인정을 할 수 있는 시험기관이 되어 있고 한 것은 아니라서, 건설하는 과정 중에 그 부분, PAR 설비에 대해서는 고민들을 하셔서 어떻게 검증할 것인지 신경을 써 주시길 바랍니다.

○**장동주 (한국원자력안전기술원 중대사고·리스크평가실장)** 조금만 보충해서 말씀드리면, 말씀 주신 대로 충분한 검증이 이루어져야 됩니다.

그래서 저희가 ‘성능검증’이라는 부분은 사실 예전에도 안전등급에 설

계기준사고를 대처하는 PAR에 대해서는 절차를 다 거쳐서 설치가 되어 있었고요, 기존 원전들에. 앞으로도 그렇게 돼야 됩니다.

다만, 말씀하시고 우려하시는 것처럼 저희가 PAR에 대한 별도의 현안에서 새로 알게 된 사실들이 있습니다. 그래서 그런 부분들은 절차는 같겠습니다만, 성능검증 과정에 기술적으로 좀 더 충분하게 검토될 수 있도록 저희가 지금 검토하는 부분도 이미 있고요. 그래서 잘 반영될 수 있도록 그렇게 하겠습니다.

○**위원장 유국희** 다른 위원님 계신가요?

김균태 위원님.

○**김균태 위원** 지금 임승철 위원님께서 질의하시고 코멘트하신 것을 저도 들여다보다 보니까 10쪽에 있는 용어들이, 쓴 용어들이, 일단 지금 지적하신 ‘최대 수소 발생량’은 고시에 보니까 ‘최대 수소 생성률’이라고 되어 있어요. 고시에 있는 용어를 그대로 쓰면 좋겠고,

나머지도 마찬가지로 고시에는 ‘피복재의 최고 온도, 피복재의 최대 산화’ 이렇게 되어 있는데, 여기에 ‘최대 피복재 온도, 최대 피복재 산화도’ 이렇게 쓰여 있으니까 매칭이 안 되는 것 같고,

일단은 용어를 굳이 고시에 있는 용어를 쓰지 않고 새로운 용어를 만들어 쓸 필요는 없을 것 같아요. 그러니까 이 부분은 고시에 있는 용어대로 수정을 하면 어떨까 싶습니다.

○**위원장 유국희** 다른 위원님 계신가요?

(거수 위원 없음)

충분한 논의를 하신 것으로 이해가 되고요.

혹시 의결과 관련해서 의견을 말씀하실 분 계실까요?

○**임승철 위원** 의결하시죠.

○**위원장 유국희** 다른 이견이 없으시면 원안대로 의결하고자 합니다.

이의 없으신가요?

(「네」 하는 위원 있음)

원안대로 의결하도록 하겠습니다.

(의사봉 3타)

보고안전 제1호 : 월성 4호기 사용후핵연료저장조 냉각수 누설사건

조사결과 보고

○위원장 유국희 다음은 보고안전이 되겠습니다.

보고안전은 아까 말씀드린 대로 지난 6월 22일 날 월성 4호기에서 발생했던 사용후핵연료저장조 냉각수의 누설사건에 대한 조사결과 보고가 되겠습니다.

준비가 되는 대로 안전보고를 해 주시기 바랍니다.

○임시우 (원자력안전과장) 안녕하십니까, 원안위 원자력안전과장 임시우입니다.

보고안전 '월성 4호기 사용후핵연료저장조 냉각수 누설사건 조사결과'에 대해서 보고드리도록 하겠습니다.

보고드릴 순서는 사건 개요, 그다음에 냉각수 누설에 따른 안전성평가 결과, 사건 원인 등에 대한 조사결과, 재발방지대책, 향후계획 순으로 보고드리도록 하겠습니다.

1페이지, 1. 사건개요 및 주요 경위입니다.

사건 발생 시각은 6월 22일 02시 15분부터 04시 34분 기간 동안, 2시간 19분 동안 월성 4호기 사용후핵연료저장조의 냉각수가 냉각계통의 열교환기를 통해 해양으로 누설된 사건입니다.

밑에 <표>를 참고해 주시면, 사용후핵연료저장조는 크게 '저장조, 수용조, 이송수로'로 구성되어 있습니다. 저장되어 있는 냉각수의 총량은 2,390 t입니다.

참고로 이 저장조 하나의 크기가 가로가 11.9 m, 세로는 19.8 m, 그다

음에 높이는 7.77 m고요. 저장조만의 냉각수 양은 1,800 t을 수용할 수 있습니다.

열교환기는 말 그대로 저장조 내 냉각수의 온도를 낮추기 위해서 해수와 열교환을 하는 설비이고, 전체적으로 3대가 설치되어 있습니다. 펌프 3대가 있고, 열교환기 3대가 있습니다. 그리고 각각의 펌프와 열교환기는 상호 교차 운전할 수 있도록 설계되어 있습니다.

위원님 자리에 있는 이 그림을 참고해 주시기 바랍니다.

이 그림을 보면서 누설된 경로를 먼저 설명드리고, 안전내용을 구체적으로 설명드리도록 하겠습니다.

그림을 보면 월성원전 부지 전체적으로 개략도를 그려놓은 것인데요. 1·2·3·4호기 맨 오른쪽에 있는 4호기에서 사건이 발생한 것이고요.

초록색 박스(box)로 해서 'SFB 열교환기'가 있습니다. 그 위쪽으로는 사용후핵연료저장조(SFB)가 있고요. 여기에서 냉각수를 관로로 해서 열교환기까지 보내고, 열교환기에는 오른쪽에 취수구를 통해서 해수를 끌어들이니다.

끌어들여서 전체적으로 모인 다음에 다른 열교환기 쪽으로 해수를 보내고, 일부는 이번에 문제가 된 'SFB 열교환기'로 해수를 공급해서 열교환을 하게 됩니다.

그래서 지금 문제가 된 이 열교환기 내부에서 누설이 발생하면서 냉각수가 누설되었고요.

누설된 경로를 보게 되면, 해수관로를 통해서 누설이 이렇게 쪽 되면서 첫 번째로는, 아까 열교환기에서 냉각해수가 일차적으로 희석이 되었고요.

다음에 바로 이어서 4호기의 전체적인 기기냉각해수 쪽하고 다시 회석이 됐습니다.

그리고 이 회석된 액체가 빠져나가면서 다시 3호기에 들어와 있는 기기냉각해수와 3차 회석이 되면서 배수구를 통해서 나가게 된, 그런 배출경로가 되겠습니다.

그래서 전체적으로는 냉각수 2.45 t이 기기냉각해수 총 18,956 t에 회석되어 해양으로 방출된 사건입니다.

다시 안전 본문 보고드리도록 하겠습니다. 사건 주요 경위입니다.

당시 월성 4호기는 4월 20일부터 계획예방정비 중에 있었습니다.

6월 22일 날 안전모선 A 계열에 있는 설비 점검을 위해서 휴전작업이 계획되어 있었습니다. 그래서 A 계열에 있는 설비를 정지시키고, B 계열에 있는 설비를 기동하는 그런 절차들을 진행하고 있었습니다.

그래서 SFB 펌프 교체운전을, 2시 15분에 P1에서 P2로 교체운전을 했습니다.

4시 17분에 주제어실 운전원이 SFB 저장조와 수용조의 수위가 감소하고 있다라는 것을 인지했습니다. 그래서 바로 현장운전원이 혹시 배관 파단과 같은 외부누설이 있는지를 긴급하게 점검한 결과, 특이사항은 없었고 열교환기 내부에서 누설이 있는 것으로 추정을 했습니다.

그래서 바로 4시 34분에 펌프를 정지시키고, 열교환기는 밸브로 격리를 하면서 누설 차단조치를 우선적으로 수행했습니다.

바로 이어서 열교환기 3대에서 해수시료를 채취해서 방사능을 분석했습니다. 방사능 분석결과 삼중수소, 은동위원소가 검출은 됐습니다. 하지

만, 사용후핵연료저장조 안에 들어 있는 코발트나 안티몬, 세슘 이런 방사성물질들은 계측이 안 됐기 때문에 한수원에서는 계측기의 오류나 이런 가능성들이 있기 때문에 다시 두 번째 시료채취를 해야 될 필요성을 확인하고,

다시 6시 40분에 열교환기 2번에서 해수시료를 채취했습니다. 그래서 방사능을 분석한 결과, 1차 시료 분석결과와 같은 방사능이 검출되었고,

그래서 7시 53분에 이 사안을 원안위에 보고했습니다.

다음(2) 페이지입니다. 사건 당일 원안위 사무처가 조치한 사항입니다.

사무처는 보고를 받은 지역사무소에서 누설 차단조치 확인 등을 위해서 현장점검을 곧바로 실시했습니다. 그리고 한수원에 인근 해수를 채취해서 방사능을 분석할 것을 지시했습니다.

8시 26분에는 KINS에 현장조사를 지시했습니다.

그리고 46분에는 한수원에 주민이 받을 수 있는 예상피폭선량을 긴급하게 계산해서 보고해 줄 것을 요구했습니다.

그리고 12시에는 오전에 채취한 해수시료에 대해서 별도로 부경대를 통해서 현장 방사능 분석을 실시했습니다. 분석에는 시간이 걸려서 20시 33분에 완료가 됐습니다.

그리고 14시 40분에는 KINS 사건조사팀이 현장에 도착해서 조사에 착수했습니다. KINS는 사건조사 착수한 이후 전체적으로 SFB 수위감시결과라든지, 월성원전의 유사 열교환기 전체를 분해점검한 결과를 확인하고,

그다음에 해수, 해저퇴적물, 어류 등을 채취해서 방사능에 대해서 정밀 분석을 했습니다. 그리고 아울러서 재발방지 장·단기 대책 등을 세우고

검토를 하면서 사건조사에 시간 소요가 된 부분이 있습니다.

두 번째 2. SFB 냉각수 누설에 따른 안전성평가 결과에 대해서 보고드리겠습니다.

먼저, 냉각수 누설량입니다. 사건 당일 날 한수원은 저장조와 수용조의 수위 감소만을 고려해서 2.3 t으로 원안위에 보고를 했었습니다. 하지만 KINS 조사과정에서 저장조와 수용조 외에도 '이송수로'라는 부분이 있고요. 거기에서 수위 감소량까지 계산해서 총 2.45 t으로 확인했습니다.

아래 그래프와 개략도를 보시면, 2시 15분에 펌프가 운전되면서 저장조의 수위가 쭉 낮아지는 그런 부분을 볼 수 있습니다.

그다음에 여기 아래쪽으로 수용조의 수위까지 이렇게 나타나 있는데, 수용조에서도 수위 감소하는 부분이 보이고 있습니다.

아까 이송수로는, 저장조와 수용조 바로 옆에 '이송수로'라고 표시가 되어 있습니다. 이 이송수로는 저장조와 수용조에 있는 냉각수를 열교환기로 보내는 그런 이송관로라고 보시면 되겠습니다.

다음 누설 방사능량 평가입니다. 누설된 2.45 t의 냉각수가 기기냉각해수 18,956 t과 혼합되어서 배수구로 방출이 됐는데요. 이것을 평가해 보면 삼중수소는 691 Bq/L, 베타/감마는 0.0149 Bq/L로 평가가 됩니다.

이것은 원안위고시인 「방사선방호 등에 관한 기준」에 방사능 배출관리 기준이 있습니다. 삼중수소 같은 경우에는 4만 Bq/L인데요, 이런 기준을 모두 만족하는 것으로 확인했습니다.

그리고 누설된 방사능 총량은 삼중수소가 최대 13 GBq, 베타/감마는 0.283 MBq로 평가되었습니다. 이 방사능량은 월성 4호기 배출계획서의

삼중수소 경우에 0.002 %, 베타/감마는 0.000052 %에 해당하는 것으로 확인했습니다.

최대 누설 방사능량을 계산하는 방법은, 사건 전후 SFB에서 냉각수를 직접 떠서 그 방사능을 분석한 결과값으로 해서 냉각수 누설량 2.45 t을 곱해서 그렇게 계산한 결과입니다.

누설 방사능으로 인한 주민이 받을 수 있는 예상피폭선량입니다. 평가하는 방법은 제한구역경계에 거주하는 주민이 받을 수 있는 연간 예상피폭선량인데요.

해수에 방사능물질이 섞여 있으므로 외부피폭, 그러니까 수영이라든지 어로활동 등으로 인한 외부에서 받을 수 있는 그런 피폭과 수산물 섭취를 하면서 받을 수 있는 내부피폭량을 합산한 그런 결과입니다.

평가하는 프로그램은 미국 NRC 규제지침에 기반해서 규제검증용으로 개발한 INDAC이라는 전산코드를 사용해서 평가했습니다.

금번 사건으로 누설된 방사능 최댓값을 전산코드에 입력해서 평가한 결과, 제한구역경계에서 주민이 받을 수 있는 피폭선량은 3.94×10^{-7} mSv로 평가되었습니다. 이는 일반인 연간 선량한도인 1 mSv 대비 0.000039 % 수준으로 확인했습니다.

다음(4) 페이지입니다. 저희가 사건 당일부터 24일 기간 동안 해수, 저퇴적물, 어류 등에 대해서 채취해서 분석을 했습니다.

해수의 경우에 아래 그림에 있는 것처럼 2발전소 배수구, 그다음에 봉길해수욕장, 읍천항, 죽전항에서 1일 2회, 총 6회 해수를 채취했습니다.

참고로 읍천항과 죽전항은 평상시 환경방사능을 조사하는 위치는 아님

니다. 하지만 주민이 거주하는 지역으로서 그 영향을 확인하기 위해서 추가로 시료를 분석한 위치가 되겠습니다.

해상인 경우에는 신월성 취수구 등 해상 4개소에서 6월 24일 날 한 번 해수를 채취했습니다. 그때 기상이 안 좋아서 기상이 허락된 6월 24일 날 한 번 해수 채취가 있었습니다.

참고사항으로 KAERI에서 해수 확산 모델링을 했었는데요, 누설이 발생하고 난 후 12시간 후면 남북 방향으로 7.3 km 정도로 확산이 되고, 48시간 이후에는 대부분 북동 방향 외해로 빠져나가는 것으로 평가되었습니다. 이는 대마해류가 북쪽 방향으로 그렇게 흐르기 때문에 이렇게 북동 방향으로 흘러나가는 것으로 평가된 사안입니다.

해저퇴적물·어류에 대해서도 한 번 채취를 해서 분석을 했습니다.

다음(5) 페이지, 방사능 분석 결과입니다. 원안위는 사건 당일 혹시나 있을 수 있는 고농도의 방사능으로 인해 주민이 위험한 상황에 있을 수 있기 때문에 그 위험도를 신속하게 분석하고, 그다음에 이와 병행해서 KINS에서 정밀하게 방사능을 분석하도록 했습니다. KINS에서는 액체섬광계수기, 감마선분광분석장비 등을 이용해서 독립적으로 분석했습니다.

부경대의 현장분석 결과입니다. 주변 해안지역 4개에서 채취한 시료에 대해서 현장분석을 수행했습니다. 현장분석을 한 장비는 부산항에서 활용하고 있는 활어차 현장분석 장비를 이용했구요. 방사능 분석결과, 모든 시료에서 ^{137}Cs 의 농도가 검출하한치 이하로 확인했습니다.

그다음 KINS의 정밀분석 결과입니다. 해수의 삼중수소 분포는 6월 22일 날 2발 배수구에서 최대 46 Bq/L로 확인했고, 최솟값은 6월 24일 날

읍천항의 0.981 Bq/L였습니다.

감마핵종은 6월 23일 날 최댓값이 검출됐는데, 0.00173 Bq/L, 그다음에 최솟값은 6월 23일 봉길에서 0.000841 Bq/L로 측정이 됐습니다. 참고로 감마핵종의 경우에는 ^{137}Cs 이외에는 다른 인공 핵종은 검출되지는 않았습
니다.

해저퇴적물과 어류에 대해서도 확인을 했는데, ^{137}Cs 만 검출이 되었고, 측정값은 각각 0.409 Bq/kg-dry, 0.0619 Bq/kg-fresh로 측정이 됐습니다.

이런 방사능 분석결과에 대해서 검토를 했습니다. 검토한 내용은 그동안에 KINS가 환경방사능 분석한 결과값과 비교해서 특이사항이 있는지를 확인한 것이었고요. 이런 정밀분석 결과가 모두 평상시 변동하는 범위 수준임을 확인했습니다.

다음(6) 페이지에 이 분석한 결과에 대해가지고 <표>로 정리를 했는데
요, 참고해 주시기 바랍니다.

다음 읍천항과 죽전항의 경우에 또 추가적으로 분석한 위치라 기존에 방사능 분석한 그런 값들은 없었습니다. 하지만 이런 값들을 보면 봉길에 환경방사능 변동범위와 유사한 것을 확인할 수 있었습니다.

SFB의 냉각수가 누설된 것이기 때문에 냉각기능에 혹시라도 이상이 있었는지에 대해서 확인을 했습니다. 그래서 사건 전후 냉각수의 온도 변화를 점검했는데, 모두 32 °C 내외에서 움직이고 있어서 특이사항은 없었습니다.

7페이지, 3. 사건 원인 등에 대한 조사결과 보고드리도록 하겠습니다.

누설 원인을 조사했는데, 열교환기를 분해점검했습니다. 점검한 결과,

'22년 4월 분해점검하고 조립할 때 가스켓 일부 구간이 정위치에서 벗어나게 설치되었고,

6월 22일 날 사건 당일에 펌프 교체운전을 하면서 내부에서 유동충격이 발생했고, 이 일부 구간이, 벗어나게 설치된 일부 구간이 이탈한 것으로 그렇게 확인을 했습니다.

밑에 그림을 보시면 열교환기 형상이 나옵니다. 전체적으로는 길이가 378 cm고요, 직경은 66.8 cm입니다. 안에 구조를 보면 안쪽으로 튜브가 있고, 바깥쪽으로는 냉각수가 이렇게 흐르는 그런 구조입니다.

빨간색 네모 부분이 가스켓이 이탈된 부분이고요. 이것을 확대한 부분은 오른쪽 그림과 같이 정확하게 정위치에 있지 않아서 눌린 부분들이 색깔이 다르게 나타나는 부분을 확인할 수 있었습니다.

이렇게 된 원인은, 가스켓을 설치할 때 수직 상태에서 이 가스켓을 설치하고 그다음에 설치를 하는데, 이렇게 되게 되면 가스켓이 말랑말랑한 소재기 때문에 흘러내릴 가능성이 있습니다.

그래서 아래쪽을 또 밀어 올리고 앞에 플랜지를 이렇게 닫게 되면 금번과 같은 이탈 현상이 있을 가능성이 있는 것을 확인했습니다.

다음(8) 페이지입니다. 그림은 이번에 조사하면서 이탈될 수 있는 가능성에 대해서 그림으로 도식화 한 것입니다. 참고해 주시기 바랍니다.

확대점검 결과에 대해서 보고드리겠습니다. 이번 문제가 된 열교환기 외에 2·3·4호기의 열교환기 전체를 분해점검했습니다. 한 결과, 가스켓이 모두 정위치에 있었고, 튜브 건전성에도 이상이 없었음을 확인했습니다.

1호기에는 열교환기가 총 4대 있는데, 현재 진행 중에 있습니다. 9월

27일경에 완료될 것으로 예상을 하고 있습니다.

과거 유사사례 발생 가능성에 대해서도 확인을 했는데, '22년부터 '24년 6월 22일까지 저장조나 수용조의 수위 변화는 없었습니다.

운전원 대응조치의 적정성입니다. SFB 수위 감소를 인지하고, 즉각적으로 펌프 정지, 열교환기를 격리해서 신속하게 누설 차단조치를 한 것은 적절한 조치로 평가가 됩니다.

다만, 1차 방사능 분석을 하고 난 후 규제기관에 즉시 내용을 보고하지 않고 2차 방사능을 분석했습니다. 그리고 2차 분석하고 난 다음에 규제기관에 보고를 했는데요.

이런 부분은, 앞으로 방사능 특이사항이 있는 경우에는 우선적으로 이 사항을 규제기관에 보고하고, 2차 분석결과에서 다른 결과가 나올 경우에는 정정하는 방식으로 보고절차를 개선하도록 요구했습니다.

다음 9페이지, 4. 재발방지대책 보고드리겠습니다.

가스켓의 정확한 설치를 위해서 수평상태에서 접착제를 도포하고, 도포한 후 부착하고, 조립한 후에는 누설시험을 실시하도록 조치하였습니다.

그리고 기존 가스켓의 재질도 내구성이 보다 더 향상된 재질로 교체를 했습니다.

정비하는 사항도 계획예방정비 시마다 가스켓을 교체하고, 열교환기 분해점검 주기도 기존 8주기에서 3주기로 단축을 하는 것으로 추진했습니다. 그리고 열교환기 운전방법을 변경해서 냉각수가 누설되지 않도록 그렇게 조치를 했습니다.

조치한 방법으로는, 현재 문제가 된 게 해수 측의 압력이 SFB 냉각수의

압력보다 낮아서 해수 측으로 냉각수가 누설이 된 사항입니다. 그래서 해수 측보다 냉각수의 압력이 좀 낮도록 그렇게 운전하는 압력을 변경해서 냉각수 누설을 방지하는 그런 사항이 되겠습니다.

이 설계 사안은 'CANDU Energy'사(社)에서 검토를 한 후 현재 시범적용하고 있고요. 현재까지 진동 등 특이사항은 없는 것으로 확인하고 있습니다.

그리고 이렇게 운전압력을 변경하게 되면 거꾸로 해수가 SFB로 유입이 될 수 있습니다. 이럴 경우에 대비해서 냉각수 관로에 해수가 오면 전도도가 변하기 때문에 전도도 감시기를 설치해서 초당 0.613 ml의 해수가 유입되면 바로 경보가 울리도록 그렇게 조치를 했고요.

그리고 실질적으로 SFB에 염분이 유입되게 되면 어떤 영향을 미칠 수 있는지에 대해서 종합적으로 평가를 했습니다. 우선적으로는 SFB에 탈염기가 설치돼 있기 때문에 이런 염분은 다 제거를 할 수 있는 그런 사안이고요.

SFB 계통 쪽에는 배관이나 사용후핵연료저장조 등의 철재 부품들은 전부 다 부식성이 강한 스테인리스 재질 등으로 되어 있습니다. 그래서 이런 영향은 미미한 것으로 그렇게 평가를 하고 있습니다.

아울러서 SFB 수위가 변화하는 것에 대해서 경보를 신설했습니다. 기존에는 수위가 200 mm 정도 이렇게 내려가게 되면 경보가 울리는 그런 시스템이었는데, 30분 단위로 3~5 mm의 수위가 오르내리게 되면 경보가 울리도록 해서 조기에 누설을 확인하고 차단할 수 있는 조치를 하였습니다.

다음(10) 쪽입니다. 다음 쪽부터는 중장기 조치사항들인데요.

열교환기 해수 측에 고감도 방사선감시기를 설치해서 이상 수치 감지가 되면 연동된 차단밸브가 자동으로 동작해서 냉각수가 해양으로 누출되는 것을 차단하는 조치를 '26년까지 설비 개선할 계획으로 있습니다.

그리고 누설징후 확인 시 즉각적으로 대응할 수 있도록 방사능 분석을 하는 인력, 장비 등에 대한 절차를 마련했습니다. 이 대응절차서를 개발해서 현재 적용 중에 있고, '25년까지 이 운영과정에서 나타날 수 있는 보완사항들을 반영해서 개선해 나갈 계획으로 있습니다.

그리고 이런 해양으로 누설될 수 있는 가능성을 완전히 배제하기 위해서 별도의 공랭식 냉각탑이나 공조시스템, 아니면 냉동기 등을 이용해서 설비 개선하는 방법을 검토하고 있습니다. 설계검토부터 시공까지 3~5년 정도 소요될 것으로 예상하고 있습니다.

5. 향후 계획입니다.

SFB 설비 운전상태와 재발방지대책 등에 대해서는 계속적으로 점검해 나가겠습니다.

그리고 월성 4호기 원자로 등에 대한 설비안전성을 종합적으로 확인하고, 이상이 없으면 9월 중에 원자로 임계를 허용할 계획입니다.

뒤에 [붙임 1]부터 [붙임 10]까지는 위원님들이 참고하실 수 있도록 각종 데이터와 각종 첨부자료를 붙였습니다. 참고해 주시기 바랍니다.

이상입니다.

○위원장 유국희 질문이나 의견 있으시면 말씀해 주시기 바랍니다.

김군태 위원님.

○**김균태 위원** 누설이 되면 안 되는 것인데 누설이 됐어요. 이런 일이 다시 발생하면 안 되는 부분인데, 이것을 사건조사결과보고서를 보니까 6월 22일 날 발생했는데, 지금 두 달 반이 넘었던 말이에요. 그사이에 제가 뭐를 했나 보니까 ‘이것을 꼭 이렇게 해야 되나?’ 하는 생각이 드는 것들이 너무 많아요.

꼭 필요한 것은 하되, 부차적인 것은 뒤에 해도 되고 하는 부분들인데, 그런 것들이 너무 많아서 제가 보고자료이기는 한데 코멘트를 하고, ‘다시는 이렇게 하지는 않았으면 좋겠다.’라는 생각이 듭니다.

예를 들면, 예를 들면, 5쪽에 KINS가 정밀분석 결과를 했다고 돼 있는데, 그래서 한 게 뭐냐면 해수의 삼중수소 농도를 측정하기 위해서 6월 22일 날 2발 배수구에서 측정을 했어요.

해서 보니까 어류에서 ^{137}Cs 만 검출이 됐다고 나왔어요. 6월 22일 날 누설이 됐는데 어류에서 세슘(Cs)이 발견되었다? 이게 누설하고 직접 관계가 있을까요? 그것을 바로 입구에서 받아먹습니까, 어류가?

더군다나 세슘은, 세슘은 핵연료에서 나오는 것이고, 핵연료저장조 내 물에 세슘 농도가 얼마인지 모르겠지만 이게 왜 중요한지 잘 모르겠어요. 하여튼 그런 측면에서 이 방사능 분석결과가 왜 필요한지 잘 모르겠고,

일단 다시 3쪽으로 오면, 이게 배출관리기준을 만족하는 것으로 확인됐다. 배출관리기준은 배출할 때 얼마만큼 배출하라는 것인데, ‘이것 만족한 것이 중요한 것인가?’ 하는 생각이 들고,

누설된 양이 2.45 t 또는 한수원이 보고한 것은 2.3 t, 이 정도 누설됐다 그러면 핵연료저장조, 사용후핵연료저장조의 평시 방사성물질의 농도를 확

인해 보면 그냥 거기다가 곱하면 방출량이 나오는 것이예요, 그렇죠?

이것을, 이것을 평가해가지고 장시간에 걸쳐가지고 했더라는 것이 저는 도저히 이해가 안 되고,

예상피폭선량도 배출기준을 만족하면 배출기준 최댓값이 나왔을 때 예상피폭선량이 얼마라는 것은 충분히 예측이 가능해요, 그렇죠?

그런데 그것을 다시 계산을 해가지고, 왜 이런 것을 했는지 일단 이해가 잘 안 됩니다.

그래서 이것저것 다시 따져보겠는데, 일단은 2쪽에 있는 수위와 관련된 것이, 수위와 관련된 그래프가 있는데, 크게 그린 것이 17쪽에 들어 있네요, 그렇죠?

그러니까 펌프가 가동되지 않을 때와 펌프가 가동될 때 수위 차이가 일단 기본적으로 많이 나는 것 같아요, 그렇죠? 수위 감지를 하는 위치가 어디에 있는 것이예요?

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 사건조사를 맡은 KINS의 김성현입니다.

일단 두 번째 질문부터 답변을 드리겠습니다. [붙임 6]에 있는 17페이지 그림을 살펴보겠습니다.

첫 번째, 교체운전 할 때 운전 중인 펌프 P1을 정지합니다. 정지를 하게 되면, [붙임 1]으로 다시 한번 돌아가겠습니다. [붙임 1] 11페이지인데요. 사용후핵연료저장조 수위계측기가 보시면 알겠지만, 여기 그림이 작지만, 사용후핵연료저장조와 이송수로, 그다음에 수용조와 이송수로로부터 정화계통의 펌프에 suction을 받습니다.

그리고 수위계측기 위치가 이송수로에 있습니다. 이 저장조는 수직으로 총 7.7 m 정도 되는데, 이송수로는 탑에서부터 한 2m 구간을 감시하고 있습니다. 그렇기 때문에 이송수로에서 펌프 suction을 당기기 때문에, 펌프가 정지되면 당겨지는 물이 없기 때문에 일시적으로 안정되면서 수위는 약간 증가한 것처럼 보입니다. 그게 안정화된 상태로 보시면 되고요.

그 이후에 교체운전한 펌프를 기동하면서 수위가 낮아진 상태에서 누설이 있다 보니까 기울기를 가지면서 누설이 된 것으로 보이고요.

그리고 나서 04시 34분경에 펌프를 정지하고 열교환기를 격리시킨 시점의 안정된 수위가 2,036.3 mm인데요. 그게 교체운전 전과 후의 차이가 저장조 기준으로 약 5.2 mm를 가지고 누설량을 평가한 것입니다.

○**김군태 위원** 수위감시기를 왜 이송수로에 설치를 하죠? 수위 감시라는 것은 이송수로의 수위를 감시하자는 게 목적이 아니라, 사용후핵연료저장조의 수위를 감시해야 되는 것 아니에요?

이송수로에 설치했다는 것은 일단 기본적으로 이송수로의 유량이 달라지면, 지금 그림에서 보는 것처럼 유량이 달라지면 달라질 수밖에 없어요, 그렇죠? 그것을 가지고 어떻게 수위 감시가 가능하죠?

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 일단은 여기 중수로형 원전 이송수로는 스키머, 사용후핵연료저장조의 부유물질을 제거한 저장조의 냉각 유량이 이송수로에 같이 혼합돼서 정화계통으로 흐르는 구조로 설계되어 있습니다.

그러다 보니까 일단은 이송수로는 아까 말씀드렸듯이 탑에서부터 밑에까지가 2 m 깊이입니다, 그리고 저장조는 7 m고. 그리고 이 저장조 같은

경우는 7 m, 그러니까 5.6 m 상단부터는 이송수로가 있기 때문에 이송수로와 저장조가 물이 왔다 갔다 하는 구조로 되어 있기 때문에 현재 이송수로의 수위만 감시를 하고 있습니다.

○**김균태 위원** 그러니까 기본적으로 핵연료저장조의 냉각수가, 냉각수 수위 변화 또는 누설 변화를 보려면 핵연료저장조 냉각수의 수위를 감시해야 되는데, 그게 아니고 지금 이송수로의 수위를 감시해서 어떻게 냉각수의 누설이나 이런 것을 감시할 수 있다라고 보는 것이죠? 나는 그 원리가 이해가 안 되는데?

○**김민철 (한국원자력안전기술원 원자력검사단장)** 검사단장 김민철입니다.

통상적으로 수위를 감시하는 방법, 압력을 감시하는 방법에는 특히, 수위 감시는 협역의 영역과 광역의 영역이 존재합니다.

광역의 영역이라는 것은 Full range를 다 감시한다고 보면 되고요. 협역의 경우에는 active 한 부분만을 감시합니다. 협역의 경우에는 Full range가 작기 때문에 상대적으로 정확도가 높아지게 되죠. 정확도라기보다 resolution이 좋습니다. 그래서 협역을 보통 감시를 많이 하고 있습니다.

○**김균태 위원** 아니, 그러니까 협역 감시하고 광역 감시하는 것은 알겠는데, 이런 펌프의 유동이나 이런 것으로부터 영향을 받지 않는 곳에서 수위를 감시해야 되는 게 기본적인 개념 아닌가 하는 얘기에요.

예를 들면 지금 개선대책에도 왜 이것을 넣었는지 모르겠지만, 수위 변화를 30분당 하겠다 그랬는데, 지금 펌프가 가동하느냐 마느냐에 따라가고 수위가 지금 30 mm나 차이가 나잖아요. 이것을 나중에 어떻게 보상

할 수 있죠?

○**김민철 (한국원자력안전기술원 원자력검사단장)** 우선은 사용후핵연료저장조 내에도 수위감시기는 달려 있고요, 설치되어 있고요, 그 부분도 감시하고 있습니다. 거기에 없는 것은 아닙니다, 감시하고 있고.

그다음에 거기는 아시겠지만, 당연히 변화량이 작으니까 어디에 누설이 해당된다면 그 effect가 상당히 늦게 올 수밖에 없습니다.

그러면 그 부분을 조기에 감지해서 대처하려면 협역의 영역에 해당되는 식의 감시가 반드시 필요하고요. 민감하게 작동하게 됩니다. 민감하게 작동하다 보니까 펌프의 작동에 따라서 영향을 받는 부분의 단점은 있지만,

하지만 감지하고 조기 탐지해 내려면 이렇게 작은 영역에서 다 해야 됩니다. 물론 큰 영역에서 감시는 하고 있지만, 하지만 조기탐지, 조기대응을 위해서는 지금 이송수로의 수위를 감시하면서 해야 되는 부분이 있습니다.

물론 위원님이 말씀하신 것처럼 단점이 없는 것은 아닙니다. 단점이 없는 것은 아니지만, 하지만 감시의 효과성을 위해서는 지금 이 부분에 설치하는 게 맞다고 보고 있습니다.

○**김균태 위원** 내가 보기에 이것은 이송수로, 그러니까 핵연료 이송할 때 이상상태를 감지하기 위한 것이고, 저장조·수용조의 어떤 누설이나 이런 것을 감지하기 위해서는 광역이 어디에 붙어 있는지 모르겠지만, 광역은 밑바닥부터 꼭대기까지를 채는 것이고, 그러면 민감하게 보려면 그 좁은 영역에서 움직이는지를 보도록 센서를 달면 되는 것 아니에요, 그렇죠?

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 보완설명을 드리면, 일단 저장조와 수용조가 탱크가 작은 탱크가 아니고 표면적이 되게 넓습니다. 그러다 보니까 수위가 찰랑찰랑 계속 왔다 갔다 그러면서 저장조 직접 보면 수위 편차가 많이 있습니다. 그래서 이송수로 같은 경우는 표면적이 작아요. 그러다 보니까 어떤 오차나 수위편차 고려가 조금 더 정확할 수 있습니다.

○**김군태 위원** 그러니까 그것은 지금 이송수로에 수위감시기를 단 것에 대한 뭐랄까, 그냥 justification, 변명에 해당되는 것이고, 근본적으로 핵연료저장조의 수위를 측정하려면, 그런 펌프의 유동이나 이런 것으로부터 영향이 작은 곳에 설치해야 되잖아요. 그게 기본이고,

출렁거리는 것 있다 그러면 당연히 출렁거리는 것을 댐퍼라든지 이런 것을 이용해가지고 출렁거림을 없애도록 해야 되는 것이지.

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 부연설명을 드리자면, 그런데 저장조나 수용조는 사실은 부유물이나 이물질들이 좀 있어요. 그런 것이 수위계측기에 영향을 주거든요.

동일한 얘기는 한데, 그러다 보니까 스키머 된 물을 이송수로에서 정확히 측정하는 방식으로 이해해 주시면 될 것 같습니다.

○**김군태 위원** 내가 보기에 이송수로에서는 정확히 측정할 수 있는 방법이 없을 것 같아요. 이것 나중에 원리를 자세히 다시 한번 설명해 주세요.

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 네, 알겠습니다.

○**김군태 위원** 그다음에, 계속해도 되겠죠?

예상피폭선량이 왜 필요한지 난, 그것을 분석하는 게 왜 필요한지 모르

겠고, 이런 것들을 하다 보니까 원인, 이 사건의 원인은 단순해요. 열교환기 내부에 가스켓이 제대로 안 돼 있어서 그런 것이예요, 그렇죠?

그것만 앞으로 잘되도록 하면 되는 것인데, 재발방지대책을 보니까 ‘야, 이것을 해서 재발이 될까?’ 아니면 ‘이게 과연 재발방지대책일까?’ 하는 것들이 너무 많아요.

맨 처음에, 가. ‘열교환기 가스켓 개선 및 예방정비 강화’에서 ‘가스켓 이탈 방지를 위해 수평상태에서 접착제 도포 후 부착하고 누설시험 실시’ 이것은 지금 원인으로 된, 이 사건의 원인으로 된 것에 대응하는 것으로 적절한 것 같아요. 적절한 것 같고,

거기에 추가해가지고 내구성이 향상된 재질로 교체하겠다. ‘지금 현재는 고무 재질인데, 이것을 내구성이 향상된 것으로 하면 좋겠다.’라고 되어 있는 것까지는 좋은데,

‘계획예방정비 시마다 가스켓을 교체하고 열교환기 분해점검 주기를 단축하겠다.’ 이게 지금 이 사건하고 무슨 관계가 있죠? 열교환기 분해점검을 한다는 것은 열교환기 내부에 뭔가 문제가 생겨서 그것을 외부에서 발견하기 힘든 상황이니까 분해점검을 해서 내부를 들여다보겠다, 이것인데 이것을 왜, 이런 것을 하죠?

이러다가 혹시, 지금 계획예방정비 때 가스켓을 잘못 장착시키는 바람에 누설이 생겼는데, 이것 하다가 누설 가능성이 더 많아지는 것 아니예요?

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 위원님이 지적하신 부분도 어느 정도 맞는 말씀입니다. 일단은 열교환기 분해점검 같은 경우

기존에 열교환기 튜브 건전성을 보는 와전류탐상시험이나 그런 것을 수행하지 않고 왔습니다. 금번의 점검결과는 특이사항 없었고요.

그래서 그런 측면에서 분해점검을 좀 더 확인해 보고자 하는 취지고, 그리고 가스켓 교체 같은 경우는 내구성이 향상된 재질로 일단 변경을 했는데, 그런 것들이 문제가 안 되는지, 이 조치는 사실은 사건 이후에 몇 주기 정도 해 보고 주기를 다시 원복을 할 예정으로 알고 있습니다.

그렇기 때문에 현재 사건의 직접 원인과 관련된 조치들이 어느 정도 유효한지 확인하는 차원으로 이해해 주시면 되고요. 어느 정도 확인이 된 이후는 교체정비 주기나 이런 것들은 다시 원복을 할 예정으로 알고 있습니다.

○**김균태 위원** 아니, 그것보다는 제가 보기에 맨 앞에 있는 누설시험을 실시할 수 있다 그러면 이것을 차라리 매 주기 하세요. 매 주기 하면 그 안에 문제가 있으면 이때 발견할 수 있을 것이고, 이것을 가지고 앞으로 트렌드가 어떨 것인지 예측이 가능, 예상이 가능하잖아요.

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 맞습니다.

○**김균태 위원** 이것을 굳이 8주기에서 3주기로 단축한다. 내가 보기에 지금까지 운전활동한 열교환기에 문제가 없었다 그러면 이 열교환기 그다지 크게 문제 될 소지가 있는 열교환기는 아니에요, 그렇죠?

그러니까 일단은 내가 보기에 누설시험 이것을 하고, 이것을 하고, 누설시험 결과 뭔가 누설이 증가하는 징후가 있다든지 이럴 때, 이럴 때 가스켓 교체라든지 열교환기 분해점검 이런 것들을 하시는 게 좋을 것 같아요. 괜히 있는 것을 건드려가지고, 그게 꼭 필요해서 한다 그러면 모르겠

지만, 굳이 그럴 필요가 없을 것 같아요.

○**김평기 (한국수력원자력 엔지니어링처)** 한수원의 김평기라고 합니다.

방금 말씀해 주신 누설 관련해서 분해점검하고, 그다음에 이렇게 시험하는 부분에 대해서는 실제 누설시험을 하기 위해서 열교환기를 분해해야, 열교환기 구조상 분해해야 튜브에 대한 누설, 그다음에 셀에 대한 누설시험을 수행할 수 있습니다.

그래서 앞에 말씀드린 바와 같이 저희가 이렇게 가스켓 재질도 변경을 하고, 그다음에 그런 부분을 강화하는 측면을 최소한 몇 주기 정도 확인하고 난 다음에 안전성이 확실하게 확보가 된다 그러면 저희가 기존에 하던 방식으로 그렇게 진행하고자 합니다.

○**김균태 위원** 아니, 열교환기를 분해해야 누설시험이 가능하다는 얘기는 또 뭐예요?

○**김평기 (한국수력원자력 엔지니어링처)** 분해를 해야 그 안에 있는 튜브를, 저희가 튜브에 대한 건전성을 확인할 수 있고요.

그다음에 분해를 하고 난 다음에 양쪽에 압력을 가해서 유체가 새는지를 육안으로 확인하기 위해서는 그런 방법이 필요합니다.

○**김균태 위원** 그러니까 지금 문제는 튜브가 아니라 가스켓이 문제였잖아요. 튜브에 대해서 지금까지 튜브가 아무런 문제도 없었는데, 그것을 왜 갑자기 압력을 가해가지고 누설시험을 하느냐 이것이죠?

○**김평기 (한국수력원자력 엔지니어링처)** 압력을 가해서 누설시험을 할 때 가스켓이 새는 것도 같이 볼 수가 있습니다. 그러다 보니까 그 바깥에 있는 외부 커버를 분해해야 되고요. 그렇게 분해해서 누설시험을 했을 때 확인

할 수 있거든요. 그래서 기본적으로 그렇게까지는 저희가 수행을 할 필요성을 느끼고 있습니다.

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 위원님, 자료 중에 13페이지 참고하시면 될 것 같습니다. 열교환기 구조가 일단 이번에, 금번에 썼던 부분이 관판과 플로팅헤드라는 사이의 가스켓입니다.

그 가스켓의 누설 여부를 확인하려면, 맨 왼쪽 상단에 있는 그림에 있는 큰 커버를 제거하고 확인을 하고, 또 교체를 해야 됩니다. 그래서 그런 가스켓 누설시험을 하게 되려면 분해점검이 동반될 수밖에 없는 구조입니다.

○**김균태 위원** 분해점검이라는 것이 이 13쪽에 있는 뚜껑과 같이 생긴 것, 이것을 떼어낸다는 의미예요?

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 네, 맞습니다.

○**김균태 위원** 가스켓 이런 것들을 다 다시 분해하는 것은 아니고?

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 일단은 분해를 했기 때문에, 가스켓은 소모품입니다. 그렇기 때문에 분해하면 일단 새 가스켓으로 교체는 해야 되는 게 수반이 되어야 됩니다.

○**김균태 위원** 그러니까 지금 내가 보기에 가스켓을 분해점검을 하면 가스켓을 다시 장착을 해야 된다고 그러는데, 가스켓이 잘못 장착될 가능성은 그러면 다시 조립할 때 생기는 것이네?

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 그래서 이번에 재발방지대책으로, 기존에 사실 협력사, 한수원 협력사 정비절차서를 보면 가스켓 장착에 대한 구체적인 방법이 전혀 없었습니다. 그래서,

○**김균태 위원** 아니, 그러니까 잠깐만. 그러니까, 그러면 분해했다가 다시 장착할 때 가스켓이 잘못 장착이 되면 그것을 감지할 방법이 없는 것이네?

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 그리고 누설시험 합니다. 그렇기 때문에 누설시험 때 그게 감지가 가능합니다.

○**김균태 위원** 그러니까 장착을 하고 나서 누설시험을 했는데 문제가 없다 그러면 잘된 것 아니에요, 그렇죠?

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 맞습니다.

○**김균태 위원** 잘되고 있는데 그것을 왜 또 다시 분해를 하나 이것이지?

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 그래서 아까 서두에 다시 말씀드린 것 반복이 되기는 하는데,

이번에 재발방지대책으로 가스켓 재질도 변경했고 그러니까 몇 주기 동안은 주기를 단축해서 분해점검을 해보고, 안전성을 확인하고 추후에 원복해서 하겠다는 게 한수원 계획입니다.

○**김균태 위원** 이것 정말 한수원 계획이에요? 내가 보기에 이것 한수원이 이렇게 생각했다 그러면 잘못 생각한 것 같아요.

○**김평기 (한국수력원자력 엔지니어링처)** 부연설명을 드리자면, 기존에 누설이 발생했을 때도 처음부터 발생한 게 아니라, 저희가 '22년도에 그렇게 교체운전을 하고 이번에 2년이라는 시간이 지나서 펌프 교체운전을 하는 와중에 이게 누설이 된 것으로 저희가 파악을 하고 있습니다.

그래서,

○**김균태 위원** 그러니까 지금 얘기하시는 것 중에도 2022년에 교체를 했는데, 그때 이렇게 잘못 장착돼 있었다는 것이잖아요, 그렇죠?

○**김평기 (한국수력원자력 엔지니어링처)** 그때 잘못……

○**김군태 위원** 그때 발견을 못 한 게 문제인 것이고, 그러면 그 원인이 뭔가를 따져서 재발방지대책을 해야지, 지금 방향이 엉뚱한 데로 가고 있다는 것
이예요.

○**위원장 유국희** 잠깐만, 이렇게 하시죠.

제가 지금 정회를 하려고 하는데 얘기가 계속 걸돌아서 정회를 못 하
고 있는데, 시간 많습니다.

지금 정회했다가 다시 논의를 이어가기로 하시죠?

○**김군태 위원** 그러시죠, 좋습니다.

○**위원장 유국희** 그러시면 정회를 했다가 1시 40분?

○**간 사 (기획조정관 손명선)** 네.

○**위원장 유국희** 1시간 후, 1시 40분에 속개하도록 하겠습니다.

정회하겠습니다.

(의사봉 3타)

(오후 12시 36분 회의중지)

(오후 1시 40분 계속개의)

○**위원장 유국희** 회의를 속개하도록 하겠습니다.

(의사봉 3타)

오전에 이어서 보고안건 계속해서 논의를 하도록 하겠습니다.

김군태 위원님, 아까 하시다가 중지가 돼서 계속해 주시기 바랍니다.

○**김군태 위원** 정회 전에 했던 것 이어서 계속 말씀을 드리겠습니다.

‘가스켓 교체 열교환기 분해점검’ 이것은 충분히 지금 말씀드린 것 같

고요. 이것은 근본 원인에 대한 재발방지대책과는 다른, 맥이 다른 것이기 때문에 이것에서는 재발방지대책으로 타당하지 않다라는 말씀을 드렸고요.

그다음에 '누설 예방 및 감시 비상대응 강화' 이쪽을 보면, 열교환기 운전 압력을 변경했어요. 그러니까 과거에는 냉각수 측의 압력이 높았던 것을 이제는 냉각수 측의 압력을 낮춰서 오히려 누설이 생기면 해수가 사용후핵연료저장조 쪽으로 흘러들어가도록 그렇게 만들었어요. 이게 일면 타당할 것 같기도 한데, 애초 설계가 안쪽이 더 높은 곳으로 돼 있던 것을, 그것을 압력이 역으로 걸리게 한다.

이것은, 여기에 'CANDU Energy'사(社)에서 검토를 했다고 하는데, 더군다나 이게 사실은 압력이 그다지 높은, 많이 걸리는 것은 아니지만, 이게 과연 타당한 방법인지 잘 모르겠어요. 잘 모르겠고, 이것은 어찌 보면 또 굉장히 위험한 발상인 것 같아요.

지금은 방사성물질, 사용후핵연료저장조라는 곳이 방사성물질 농도가 그다지 높은 곳이 아닌데, 오히려 해수가 들어와서 차단을 잘못하면, 차단이 잘 안 되면 오히려 사용후핵연료저장조에 있던 사용후핵연료 피복재를 손상시킬 수도 있고, 오히려 이것 소위 빈대 잡으려다가 초가삼간 태우는 이런 상황이 될 수도 있을 것 같아요. 이것은 굉장히 신중하게 검토할 필요가 있을 것 같아요. 이것도 저는 재발방지대책으로 좋은 방법은 아닌 것 같아요.

이것 때문에 차단할 수 있도록 전도도 감시기, 그다음에 차단 설비를 한다고 돼 있으니까 같이 맞물려가지고 이것은 재발방지대책으로서 적합

한 방법은 아닌 것 같다.

그리고 이것에 대해서는 “설계 개념과 다른 방향으로, 방식으로 운전되는 것이기 때문에 신중한 검토가 필요하다.”라는 말씀을 드리고요.

그다음에 ‘수위 증감률 경보 신설’. 그래서 ‘수위 증감률이 30분 동안에 3~5 mm 변하면 경보가 울리도록 돼 있다.’라고 돼 있는데, 지금 수위 지시계, 수위 감시기의 위치로 보면 이것 펌프 바꿀 때마다 매번 경보가 울려요. 그렇게 돼 있어요, 그렇지요? 펌프 바꾸는 순간 순간적으로 수위가 바뀌기 때문에 이것은 이것만 가지고는 해결 방법이 아닌 것 같아요.

이것만 가지고는 해결 방법이 될 수 없고, 펌프의 유량 이런 것들을 고려해야 될 필요가 있고, 더군다나 그 펌프에 영향을 받지 않는 곳에 일단 기본적으로 수위 감시기를 설치하는 것이 근본적인 대책이다.

그래서 이 ‘수위 감시기 증감률 경보 신설’ 이것도 이 사건의 재발방지 대책으로서 적합하지 않은 것 같다는 말씀을 드리고,

그다음에 수위 감시로 어려우니까, 어려울 수 있으니까 열교환기 해수 측 방사선감시기 자동차단 밸브를 설치하겠다고 돼 있는데, 사용후핵연료 저장조에 있는 물 정도의 방사능을 감시할 수 있는 감시기가 있어요? 그것을 온라인으로 할 수 있는 방법이 있나요?

○**임시우 (원자력안전과장)** 질문을 다 해 주시면 한꺼번에 답변드리도록 하겠습니다.

○**김균태 위원** 아, 그래요? 이것 감시 저는 어려울 것이라고 보여지고, 더군다나 온라인으로 이것을 감시할 수 있다라는 것은 저는, ‘온라인으로 감시해서 자동 차단 밸브를 설치하겠다.’ 이것은 현실성이 없는 것 같고,

그다음에 ‘누설 징후 확인 시 즉각 대처 방안’, 이것은 누설 징후가 확인되면 운전원이 조치하겠다. 이것은 당연히 해야 될 조치인 것 같아요.

‘다’번은 장기적으로 해양 누설을 방지하기 위해서 냉각 시스템, 공랭식 냉각 시스템 또는 냉동기를 이용하는 방식으로 설비를 개선하겠다고 돼 있는데, 누설이 되면 사실은 해양으로 가나 공랭식을 통해가지고 공기 중으로 퍼지나 마찬가지로의 개념 아닐까 싶은데,

그래도 어쨌든 해양으로 직접 가지 않고 어딘가에 모여 있는 형태로 간다 그러면 이것은 한번 고려해 볼 필요는 있을 것 같아요. 고려할 필요는, 한번 검토해 볼 필요는 있는 것 같아요.

그래서 다시 정리를 해보면, 지금 이 사건으로 인해가지고 많은 조사를 했는데, 그 조사의 필요성이 과연 있었는지, 사용후핵연료저장조에서 2.5 t 빠져나갔다 그러면 대략 어느 정도의 방사성물질이 빠져나갈 수 있을 것이고, 그러면 예상피폭선량은 어느 정도고 다 예측이 되는 것인데, 그것을 하기 위해서 이렇게 했다는 것이 말이 안 되는 것 같고,

더군다나 지금 사고의 원인은, 열교환기 가스켓을 설치할 때 잘못된 것이에요. 그런데 ‘설치할 때 어떻게 하겠다.’라는 것에 집중을 하면 되는데, 그것과 다른 것들이 너무 많은 후속조치 재발방지대책으로 들어가 있기 때문에 이 재발방지대책에 대해서는 전면적으로 재검토할 필요가 있을 것 같습니다.

이상입니다.

○임시우 (원자력안전과장) 제가 답변드리겠습니다.

‘방사능 누설량이 많지 않기 때문에 해양에서 방사능을 조사할 필요가

없다.’라는 그런 말씀에 대해가지고는 동의하기가 힘들고요.

기본적으로 이번 사건은 비계획적 누설 사건입니다. 방사능이 해양으로 누설이 되었고요, 그로 인해가지고 얼마 만한 방사능이 주민분들께 영향을 미치는지, 그다음에 해수에는 얼마 만한 농도가 있는지, 그다음에 주민분들이 어로 활동에서 잡는 고기, 물고기에는 과연 얼마 만한 방사능이 축적되는지, 이런 부분들을 전체적으로 확인하려면 당연히 방사능 분석을 해야 되는 것이고요.

그리고 지금 ‘전체적으로 시간이 많이 걸렸다.’ 이런 부분들도 지적을 하셨는데, 방사능 분석하는 데만 시간을 소비한 것은 아니고요. 앞쪽 설명자료에도 있습니다만, 전체적으로 수위 감시하는 그런 내역을 전체적으로 확인했습니다.

그리고 전체 유사한 열교환기를 분해해서 설비가 이상이 없는지, 이런 부분들도 확인을 했고요.

그다음에 재발방지대책 이런 부분들까지 전체적으로 확인을 하면서, 순차적으로 된 게 아니라 병행해서 이렇게 진행이 된 부분이고요. 워낙에 조사할 양들이 많았기 때문에 시간이 걸렸다, 그렇게 설명드리겠습니다.

그다음에 아까 “가스켓을 매번 교체를 하는 게 맞느냐?” 이런 말씀하셨는데, 실질적으로 이번에 문제가 된 것은 가스켓이 제대로 설치가 되지 않았던 그런 사안이었습니다.

그렇기 때문에 가스켓을 이번에 교체하고 나서 또 운전하는 과정에서 약간 벗어날 수도 있고요. 그런 부분들을 다시 확인하려면 분해점검을 해야 되는 상황입니다. 분해점검을 하게 되면 당연히 가스켓도 교체를 해야

되는 상황이고요.

그리고 가스켓을 교체한 다음에는 이것이 제대로 설치가 됐는지에 대해서는 누설시험을 실시해서 그 부분의 안전성을 보겠다는 대책입니다.

그다음에 “운전 압력 변경과 관련해서 이것은 너무 과하지 않느냐, 신중한 검토가 필요하다.”라고 이렇게 말씀하셨는데, 운전 압력을 변경하는 것을 보게 되면 기본적으로 기존에는 한 70 kg/cm^2 정도로 냉각수 압력이 높았습니다. 냉각수의 압력을 조금 낮추고 해수 압력이 $10\sim40 \text{ kg/cm}^2$ 정도 높은, 그 정도 수준으로 아주 미약하게 그렇게 운전방법을 변경시키는 것이고요.

그렇게 되면 아까 말씀드린 것처럼 해수가 거꾸로 이쪽 SFB 쪽으로 유입될 수 있는 그런 환경이 조성될 수 있습니다. 그렇기 때문에 안전성평가를 쪽 했고요.

여기 자료에도 있습니다만 ‘탈염기’라는 정화장치가 되어 있습니다. 그래서 염소이온 이런 부분들을 다 제거할 수 있는 그런 설비가 되어 있고, 바로 또 유입이 되는 순간 경보가 울려서 바로 차단할 수 있는 그런 조치들도 되어 있습니다.

그리고 수위가 올라갈 것이기 때문에 올라가는 것을 또 경보를 울려서 운전원들이 판단을 해가지고 바로 또 조치할 수 있도록 그런 이중, 삼중의 조치들을 해놨고요.

기본적으로 여기 안에 들어 있는, SFB 계통 안에 있는 배관이나 사용후 핵연료저장조의 랙, 그다음에 핵연료의 피복재 이런 것들은 기본적으로 스테인리스나 지르코늄(Zr) 이런 부분으로 다들 염분에는 내성들이 강한 그

런 재질들입니다. 그렇기 때문에 ‘큰 문제가 없다.’라는 그런 결론에 이르렀습니다.

다음에 방사선감시기 관련해서 질문을 주셨는데, 현재 지금 이 부분에 대해서는 검토를 하고 있는 것이고요. 고감도 방사선감시기에 대해서, 전 세계적으로 제품들에 대해서 평가를 한수원에서 지금 하고 있습니다. 그래서 적합한 제품이 있으면 그 부분을 구입해서 설치를 하겠다라는 게 한수원의 계획입니다.

또 마지막에 말씀하신 부분, ‘독립 냉각시스템을 하게 되면 또 공기 중으로 퍼질 수 있지 않느냐?’ 그런 지적이신데, 이런 부분까지, 그러니까 솔직히 공기 중으로 퍼지게 되면 더 위험합니다. 그래서 이런 부분들이 confine 될 수 있도록 그렇게 하는 시스템으로 지금 설계 검토를 하고 있다, 이렇게 말씀드리겠습니다.

○**김군태 위원** 이것 조사에 참여하셨으니까 당연히 이 내용에 대해서 defense 하고 설명을 하겠지만, 어쨌든 내가 보기에 이 사건조사보고서 자체가 논리적으로 일단은 문제가 뭐냐에 대한 define이 정확하게 되지 않은 상태에서 재발방지대책과 연결되지 않는 부분이 많다는 얘기를 한 것이고요.

방사선 영향평가를, ‘그것을 하지 말라.’라는 게 아니고, 그것을 하는 시점이 과연 어느 시점이 적당한 것이냐, 2.5 t이 빠져나가는 순간 거기에 포함돼 있는 방사성물질이 어떤 정도가 있고, 그것이 이렇게 빠져나갔을 때는 어느 정도로 예상된다, 예상되는 것은 얼마든지 가능하단 말이에요. 그것은 시간이 오래 걸리지 않아요.

그리고 나서 이런 조치를 하고 한수원이 정상적으로 다시 가동한 다음

에, 그다음에 해수 채취라든지 이런 것을 통해가지고 검증할 수도 있어요.

그런데 그것 전에 지금 두 달 반 가까이를, 지금 status가 어떻게 되는 것인지 모르겠지만 '9월 달에 임계를 허용하겠다.'라는 것은 아직 임계를 허용하지 않고 있다는 것이잖아요. '두 달 반을 이것 임계를 허용하지 않을 정도의 문제이나?'라는 것이고,

또 그 두 번째로 말씀하신 게, 가스켓이 운전 중 이탈 가능성이 있다. 가스켓이 운전 중 이탈 가능성이 있다 그러면, 그러면 조사결과에 가스켓이 어떻게 이탈이 됐는지에 대한 상세한 메커니즘이 설명돼 있어야 돼요.

이게 조립할 때 문제였는지, 아니면 조립할 때는 잘돼 있는데 운전 중에 압력이 걸려서 조금씩 이탈했다든지, 그런 메커니즘에 대한 설명이 전혀 없어요.

맨 앞에 보면 '정위치에서 벗어나게 설치되었다.'가 원인이에요. 그러면 다음부터는 정위치에서 벗어나지 않게, 벗어나지 않게 설치하지 않도록 정위치에 설치하도록 해야 되는 것이 가장 큰 문제인 것이죠. 그리고 정 위치에 돼 있으면 다시 분해할 필요가 없어요, 그렇지요? 그런 말씀을 드리는 것이에요.

그다음에 열교환기 운전하면, 나는 이것 압력 차(差)가 높지 않기 때문에 기술적으로 이게 어려울 것 같지는 않은데, 그런데 어쨌든 처음에 설계했던 것과 다른 방향으로 가는 것이기 때문에 신중해야 된다는 얘기인 것이고, 이것하고 열교환기 해수 측 방사능감시기 이것하고는 상반, 상충되는 것이에요. 방사능감시기를 설치하겠다는 것은 해수 측 압력이 낮은 상태일 때를 염두에 두고 설치하겠다는 것인데, 이미 이렇게 하고 있는데

또 해수 측에 방사능감시기를 설치한다. 그것 왜, 왜 하죠?

그러니까 이 전체적으로 봤을 때 재발방지대책이 앞뒤도 안 맞고 서로 상반되는 것을 요구하고 있고, 그런 상황이라는 것이에요.

○임시우 (원자력안전과장) 답변드리겠습니다.

○김균태 위원 그러니까 어쨌든 제가 보기에 이 재발방지대책은 다시 한번 검토를 해 주시고,

한수원이 자체적으로 하겠다, 이것은 재발방지대책에서 일단은 빼고, 빼고,

이 원인과 관련해서 직접적으로 이것은 안전성과 환경보호, 주민 보호를 위해서 꼭 필요하다, 그런 부분만 남겨놓는 게 좋을 것 같아요.

○임시우 (원자력안전과장) 답변드리겠습니다.

처음에 방사능 분석에 대해서 말씀하셨는데, 기본적으로 규제기관 차원에서 방사능 분석을 하는 이유는 한수원의 보고사항이 맞는지에 대해서 검증하는 차원도 있고요.

그다음에 주민분들이 받을 수 있는 영향에 대해서 규제기관에서 그 부분을 확인해 줄 필요도 있었기 때문입니다.

실질적으로 한수원에서는 ‘사용후핵연료저장조에서 누설이 됐다.’ 이렇게 보고를 했지만, 실질적으로는 다른 방사능물질들이 누출될 수도 있었던 그런 사건일 수도 있습니다. 그런 가능성 때문에 방사능 분석을 바로 해 수 시료하고, 좀 시간이 지났습니다만 어쨌든 이런 부분까지 다 채취를 해서 방사능을 분석했다, 이렇게 말씀을 드리겠고요.

기본적으로 계속 말씀이 반복되기는 합니다만, “이게 이렇게까지 오래

걸릴 일이나?”라는 부분에 대해가지고 말씀을 하시는데, 그러니까 방사능 분석이라든지 이런 부분들을 병행적으로 했습니다만 워낙에 분석할 그럴 양도 많았고요, 살펴볼 내용들도 많았습니다.

기존에 한 번이라도 경험에 있었던 그런 사건이 아니었고, 처음으로 사용후핵연료저장조의 냉각수가 해양으로 그렇게 누설된 사건이었습니다. 그러다 보니까 여러 가지 측면에서 같이 살펴봐야 될 그럴 내용들이 조금 더 많았다, 이런 부분으로 설명을 드리겠습니다.

그다음에 가스켓 이탈 원인은, 여기 자료에 있습니다만, 처음 설치할 때 조금 정위치에서 벗어나게 설치가 된 게 원인이었고요. 그다음에 운전하는 과정에서 펌프가 1번에서 2번으로 교체 운전되면서 벗어나게 설치된 위치에서 유동 충격에 의해가지고 완전히 벗어나게 된 그런 사안입니다.

그래서 이런 건을 방지하기 위해가지고 이런저런 재발방지대책을 만들었는데 특히, 압력변경 운전 같은 경우에는 이 부분을 냉각수가 해수로 유출되는 그런 건을 완전히 방지할 수 있는 그런 방법입니다.

하지만 아까 해수 측 배관에 방사능감시기를 설치하는 이유는 혹시 이것과는 다른, 또 다른 어떤 이유로 인해서 방사능물질들은 해수 쪽으로 나갈 수도 있기 때문에, 이런 부분들을 염두해서 고감도의 방사능감시기를 설치하겠다는 게 한수원의 계획입니다.

○**위원장 유국희** 박천홍 위원님.

○**박천홍 위원** 어찌 보면 김균태 위원님 질문에 이어서 하는 질문일 수도 있고, 저도 크게 보면 시각은 김균태 위원님하고 비슷합니다.

이것의 가장 근본적인 문제는 가스켓 건인데, 다른 것으로, 다른 것을,

원인 치료보다는 다른 것을 너무 많이 크게 하고 있지 않나 싶고,

그래서 가스켓에 대해서 여쭙보면, 아마 답변은 제가 예상을 하는데, 가스켓을 설치할 때 왜 가스켓의 자리를 안 만들었나요?

가스켓이 정상 궤도에서 벗어났다고 하는데 저는 그 말 자체가 이해가 안 되는 게, 가스켓이 고무 재질이잖아요. 가스켓은 정상이 56 파이(∅)에 폭이 1 cm인가요?

○임시우 (원자력안전과장) 네.

○박천홍 위원 이것을 그냥 그 형상을 유지하고 있기가 어려운 것이잖아요. 그 것을 지금 접착제로 붙여서 그 동그란 것을 제대로 접착을 하고 그 위를 눌렀다는 것이잖아요.

그런데 공학적으로 보면, 기계적으로 보면 그것은 당연히 홈을 파줘야 돼요, 기준이 되는.

○임시우 (원자력안전과장) 원래 가스켓을 설치하는 그런 구간은 있습니다. 플랜지 부분에 그 부분은 있는데, 위쪽에 가스켓이 고무 재질인데 크기가 한 56 cm 정도 이렇게 되는 큰 가스켓입니다.

그러다 보니까 이것을 설치할 때 접착제로 이렇게 붙이기는 합니다만, 자중 때문에 늘어지는,

○박천홍 위원 아니요, 자리, 제가 자리를 받는다는 것은, 보통 오링 같은 것 하면 다 홈을 파요, 그런 것을 방지하려고.

그런데 당연히 56 cm나 되는 가스켓이면 그게 들어앉을 자리를 마련해야 되고, 접착제가 접착이 혹시 균질하게 안 되더라도 그게 그 자리에서 실링을 하게 하기 위해서는 제가 보기에선 당연히 홈이 있고, 그 홈 안에

그것을 집어넣었어야죠. 그것을 평지에 그냥, 평평한 데다 놓고 들어나면 들어나는 대로 붙인 것 아닌가요?

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 일단은 그 부분에 대해서도 동일하게 저희도 사건 조사하면서 ‘왜 그 홈이 없냐, groove가 없냐?’라는 의문을 제기했었고요, 박천홍 위원님과 같이.

그런데 구조상 이 열교환기,

○**박천홍 위원** 공간이 좁아서?

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 네, 이 폭이,

○**박천홍 위원** 그게 말이 돼요? 예상했어요, 공간이 좁아서 그렇게 한 것이다.

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 10 mm, 폭이 10 mm, 1 cm다 보니까 안착면이,

○**박천홍 위원** 열교환기의 메이커가 어디예요?

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 예전의 한국중공업이고, 지금은 두산에너지빌리티입니다.

○**박천홍 위원** 그러면 메이커가 국내 기업인데, 제가 보기에는 그 헤드에 파이(Ø)를 좀 늘리고 거기에 연쇄로 붙는 것들의 파이도 바뀌도 돼요. 그게 지금 얘기하신 이 비용들보다 제가 보기에는 훨씬 덜 드는 비용이고, 훨씬 더 안전도를 보장할 수 있을 것 같아요.

거기 파이 홈 파고요, 오링 홈처럼. 그 안에 1 cm가 꼭 들어가는 공간이 좁으면 거기서 1 mm 줄이더라도 홈을 파고 두께를 늘려서 위에서 누를 때 충분히 잡아줄 실링만 되게 하면 그게 더 좋은 것 아닌가요?

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 밀봉 측면에서 당연히

신뢰도는 증가할 것 같습니다. 그런데 큰 틀에서 어찌 보면 가스켓은, 어찌 됐든 누설이 가능한 밀봉재고, 그 측면에서 보면 어떤 선택의 문제라고 보입니다.

저희도 조사하면서 그것이 되게 많이 힘들었는데, 이 가스켓을 했을 때 해양, 환경으로 비계획적인 방출을 계속 허용할 것이냐, 아니면 운전압력을 살짝, 이 설계압력 범위 내에서 살짝 바꿔서 원천적으로 해양으로 가는 것을 예방하고 그것을 거의 저장소 쪽으로 가는 것으로 할 것이냐의 선택 문제로 보입니다.

○**박천홍 위원** 어떻게 하든 간에 실링은 완벽해야 되죠, 그렇죠?

그러면 실링 문제만 놓고 보면 저는 왜 이것을 그냥, 제 공학적인 느낌으로는 이해가 안 돼요. 그러면 두산중공업(현. 두산에너지)에 얘기를 해서 오링 홈 파듯이 홈을 파세요. 파고, 뭐죠? 가스켓의 두께를, 고무의 두께를, 가스켓 재료를 왜 바꾸요?

지금 열화가 문제가 아닌데, 제가 보기에 재료 바꾸기보다 홈을 파고 고무의 두께를 좀 더 키워가지고, 그러고 설치하면 거기에 접착제를 붙여도 되고, 만약에 접착제가 균질하게 안 붙더라도 당연히 그 홈이 있고 하니까 자리 이탈이 안 되면서 실링 효과가 나올 것이거든요.

그런데 저는 이것을 안 한다라는 게, 저보다 훨씬 이런 것에 잘 아시는 분이 한수원에 많고 할 텐데, 왜 안 할까?

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 저희도 그것을 검토해 봤는데, 전 세계적으로 CANDU 원전에 동일한 설계가 많이 있습니다.

즉, 이제는 해수가 직접 냉각하는 방식의 중수로 원전들이 많이 있고,

관련해서 유사한 운전 경험이 있었나, 그러면 중수로도 1·2·3·4호기 운영하면서 이런 사례가 있었나, 지금까지 파악된 적이 없었습니다, 최초였습니다.

그리고 그 얘기는 거꾸로 홈을 파서 밀봉의 실을 더 좋게 해 주는 것도 방법인데, 일단 현재로서 설치만 잘해 봐도 사실은 밀봉을 유지한다는 결론을 얻었고요.

그리고 그 이후에 추가적으로 우리나라 국민의 원자력에 대한 걱정 그런 것이 반영됐다고 보면 됩니다, 운전압력 변경에 관련해서는. 그게 설계압력 이내에서 다 이루어지는 조치들이고, 캐나다 설계사에서도 압력변경 운전에 대해서 제한하는 사항이 없고,

그리고 이 튜브 측하고 셸 측의 설계압력이, 튜브 측은 한 7 kg/cm^2 정도 되고 셸 측은 한 10 kg/cm^2 를 넘어가요. 그리고 실제 운전압력 변경은 0.3 bar 이렇게 낮은 상태, 3 bar, 4 bar에서 왔다 갔다 그러는 것이고, 그 차압을 0.3 bar로 유지하는 것이라,

운전방법 변경에 따른 리스크보다도 해양으로 나갈 수 있는 비계획적 방출을 더 고려했다고 보시면 됩니다.

○**박천홍 위원** 제가 보기에 그 뒤에 부분들은, 앞에 부분 원천적인 부분의 안전성을 높이고 뒤에서 그게 만에 하나라도 해수로 나갈까 봐 그렇게 하는 방법을 추진하겠다는, 그럴 수도 있어요.

그런데 앞에 부분은 지금 얘기하셨잖아요. ‘잘만 붙이면 아무 문제없다.’가 답이에요. 지금 주신 것에 의한 답은.

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 그것은 맞습니다.

○**박천홍 위원** 저는 그것은 아닌 것 같아요. 지금까지 문제가 없었죠. 그런데 결국은 인위적인 사고가 또 일어날 수 있는 것이죠. 누군가가 ‘이것 사고 안 나.’ 그러고, 그것 접착하는 것 하다가 한두 군데 균질하게 접착하는 것 신경 안 쓰고, 지금 그것 개선하겠다고 한 게 수평으로 놓고 그러면 하겠다고 했어요.

저는 그것보다 훨씬 공학적으로 안전한 길이 있는데 왜 그것은 답을 안 하고, 그것은 메이커에 ‘지금 파이($\emptyset$)가 좁으니까 변경할 수 없다, 공간이 좁다.’ 이것 하나로 안 된다 그러고, 다른 것들로 갖다가 붙이는 그런 느낌이라서 드리는 말씀이에요.

○**김민철 (한국원자력안전기술원 원자력검사단장)** 검사단장 김민철입니다.

조금 전에 김성현 실장이 얘기한 것처럼 지금 이러한 타입의 열교환기가 1호기, 2호기, 3호기, 4호기에 있습니다. 1호기 4대, 나머지는 3대. 각각의 운전이력만 합치더라도 상당한 오랜 기간의 운전이력을 갖고 있습니다.

그 오랜 운전이력 기간 동안에 이 해당 가스켓에 문제가 돼서 이러한 사례가 발생한 사례는 없었고요. 그 얘기는 무슨 얘기냐면, 설비의 설계적 특성이라든가 그러한 부분들보다 이번 같은 경우는 정비 품질에 해당되는 그런 사항이라고 저희들은 봤고요.

○**박천홍 위원** 그렇게 얘기하시는 것을 이해 못 하는 게, 조금 전에 저희가 오전에 건설허가 할 때 10^{-5} , 10^{-6} 을 얘기했어요, 그렇죠?

그런데 지금 얘기하시는 것은 원인 파악하고 다 한 게, 원인이 뭐라고 얘기하셨어요? 그것 설치하는 사람이 잘못 설치해서 그렇게 됐다는 것 아

내요. 그런 사고의 가능성은 제가 보기에는 100분의 1은 돼요, 그렇죠?
 10^{-5} , 10^{-6} 이 아니라.

그런데 그런 것에 대비해서 다들 하고 있는 방법이 있는데, 그런 방법은 안 쓰고, ‘그것은 어찌다 난 사고고 괜찮을 것이다.’ 지금 사실 답변의 내용은 그것이거든요, 제가 듣기에는.

○**김민철 (한국원자력안전기술원 원자력검사단장)** 그러니까 이것은 경우에 따라서는 설계 측면에서의 강화와 그다음에 소프트웨어 측면에서의 강화, 두 가지를 항상 저희는 고민하고 있고 거기에서 조율을 하고 있습니다.

그러면 지금 같은 경우는, 최근 들어서도 그런 징후들을 많이 보이고 있는데, 한수원, 그다음에 협력업체의 정비 품질과 관련된 부분에서 약화된 그런 특성들을 보이고 있고, 금번의 재발방지대책도 그쪽으로 집중이 된 것입니다.

다시 말씀을 드리면, 최초에 가스켓이 교체가 되고 난 다음에 누설시험을 하지 않았던 것을 누설시험을 하고요.

누설시험은 운전 압력으로 시험을 하는 것인데, 그 얘기는 결국은 뭐냐면 운전 시작했을 때 과연 운전 가능하나에 대한 부분을 확인했다고 보시면 되고요.

그다음에 이 정비가, 정비가 정확하게 됐는가에 대한 정비 품질을 확인하기 위해서 그러면 다시 한번 그런 기회를 주면 그런 기회가 노출이 될 수 있으니 고장 가능성이 높아지는 그런 측면과,

하지만 그것을 확인하는, verify 하는, V&V를 하는 그 특성과 그 두 가지가 조화되어야만 우리가 원하는 그 성능을 유지할 수 있는 것이 되는

것인데,

그래서 지금은 그런 정비 품질에 해당되는 부분에 물음표가 찍힌 상황이니, 우선은 그러한 것들이 제대로 되어지고 있는가에 대한 V&V를 좀 더 강화된 주기로 시행을 하고, 그런 부분들이 어느 정도 안착이 되고, 그리고 누설시험이 됐든 이런 특성들을 파악하고 난 다음에 안정화가 됐다 그러면 원상으로 복귀시키는 그런 대책이 만들어진 상황입니다.

그리고 나머지 부분들도 김성현 실장이 얘기한 것처럼 결국은 이 사건에 대한 교훈은 분명히 나왔습니다. 교훈은 Uncontrolled release라는 이런 상황이 발생할 수 있었고, 이것은 아주 작은 가스켓, 정비 품질 이런 부분에서 시작해가지고 이런 어떤 임팩트가 올 수 있다는 것을 알게 됐는데, 그럼 이것에 대한 가치를 어디에 둘 것인가를 고민했습니다.

기술적인 가치에 중심을 많이 둘 것이냐, 아니면 Uncontrolled release에 대한, 환경에 대한 방사성물질의 방출, 제어되지 않은 방출 여기에 가치를, 제어하는 쪽에 가치를 많이 둘 것이냐, 이 부분이 되게 어려웠습니다. 그러다 보니까 환경 시료에 대한 분석도 다른 사건 대비 상당히 강화된 어떤 그런 조치가 시행이 됐고요.

그런데 이게, 저희들도 이 사건 조사하면서 가장 어려웠던 부분이 딱 이 부분인 것은 솔직하게 맞습니다, 저희도. 하지만 좀 더 무게를 둔 것은 Uncontrolled release를 제어하는 방식의 기술적인, 기술적으로 '2.5 t이 누설됐다.'에 대한 양이, 여기 보면 아시겠지만 제어치의 10^{-5} 정도의 기준치 하위를 하고 있는데, 기술적으로는,

하지만 '이 특성 자체가 Uncontrolled release라는 특성을 갖고 있어서

이 부분에 가치를 좀 더 뒤야 되겠다.’라는 차원에서 조사를 강화하고 대책을 강화했습니다.

○**위원장 유국희** 말씀하십시오.

○**박천홍 위원** 거의 마무리를 어차피 지어야 될 것이고, 대책을 많이, 저희보다 훨씬 많이 생각하셨을 테니까 여러 가지를 고려하셨겠지만,

지금 현재 여기 재발방지대책에 나온 것을 보면, 그런 부분의 노력에도 불구하고 상당히 의미를 혼동하게 써 놓으셨어요. 예를 들어서 여기에 고무 재질의 가스켓 대신 내구성이 좋은, 재질을 바꾸겠다. 이게 이 사건의 원인하고 무슨 관계가 있나요? 이게 열화돼서 그런 건가요? 사람이 잘못 조립한 것이잖아요.

그러니까 이것을 읽으면 지금 말씀하신 그런 것에 비해서 전혀 다른 의도로 이 재발방지대책들이 보이거든요.

지금 말씀하신 것대로라면 원래 사고의 원인은 뭐였는데, 그것은 이렇게 이렇게 해서 수정해 나갈 것이고, 그다음에 말씀하신 그런 큰 의미에 의해서 혹시라도 이런 문제들이 주민 생활에 영향을 끼칠까 봐 향후에 그런 것을 원천 봉쇄하기 위해서 이런, 이런 것들도 하겠다. 이렇게 해서 정리를 해놓으셔야죠.

이것은 가만히 보면 원인에 비해서 대책이 ‘이렇게밖에?’ 느낄 수 없는, ‘이게 이상한 대책이네?’라고 느낄 수밖에 없는 구조로 돼 있어요.

○**김민철 (한국원자력안전기술원 원자력검사단장)** 이 부분을 저희가 좀 더 상세하게 설명을 못 드린 부분은 분명히 있는 것 같습니다.

예를 들어서 정비 품질이라는 것도 아까 말씀드렸던 것처럼 하드웨어

적인 보상과 소프트웨어적인 보상 두 개를 양립시키는 것인데, 이 재질의 변경이라는 것은 결국은, 물론 '센터링을 잘해서 조립을 하겠다.'라고 하고 있지만,

만에 하나 센터링의 미세한 영역에서 조금 벗어났을 경우에, 그때 지금 같은 고무 재질의 경우는 그 누름의 압력 차이로 인한 변형률이 상대적으로 덜 발생할 수 있는 재질의 가스켓, 방벽을 어떻게 보면 무리하다고 보일 수도 있지만 방벽을 하나 더 씌웠습니다. 씌웠고,

그다음에 RMS(Radiation Monitoring System) 같은 경우에도,

○**박천홍 위원** 잠깐만요, 거기에 대해서 제가 공학적으로 아는 지식에서 답변을 드린다면, 고무를 쓰면 장점이 위가, 헤드, 헤드가 가공 정밀도가 안 맞고 눌러도 고무를 쓰면 실링이 잘 돼요.

그것을 더 딱딱한 재료를 썼다가는 가공 정밀도 틀어지면 거기서 더 새요. 정말 지금 대답하시는 것에 저는, 이대로 끝내고 싶은데, 이렇게 해서 우리가 지금……

○**위원장 유국희** 제가 정리를 하려고 하는데 계속 말씀을 나누셔가지고,

○**김기수 위원** 위원장님! 제가 물어보고 정리해 주시면 어떻겠습니까?

○**위원장 유국희** 아니요, 제가 최종 정리는 아닙니다. 말씀하는 것을 제가 정리를 할게요.

○**김기수 위원** 네.

○**위원장 유국희** 왜 말씀을 드리고 싶어 하느냐면, 논의가 앞으로 이어가도 됩니다. 그런데 포커스가 조금 달라서 제가 말씀드리는 것이예요.

보는 시각에 따라 다를 수 있습니다. 첫 번째는, '비계획적'이라는 애

기는 계속하셨는데, 우리가 발전소 밖으로 나가는 방사성물질에 대해서는 첫 번째의 철칙은 ‘통제돼서 나가야 된다.’입니다. ‘관리돼서 나가야 된다.’ 그래서 그 관리에 대한 기준을 우리가 갖고 있죠. 지난번에 저희들 배출 계획서 심사·심의하셨잖아요. 그게 그것이잖아요.

‘이 발전소가 계획돼서, 우리가 통제해서 나가는 물질이 이만큼이고, 이렇게 해서 나가면 주민들한테 또는 환경한테 이만큼 영향을 준다.’라고 하는 것을 저희가 심의해서 ‘타당하다.’라고 하는 것이죠.

그런데 그렇게 계획되지 않은, 또는 통제되지 않은 방사성물질이 유출된다는 것은 우리가 그 발전소를 컨트롤 한 것에 문제가 발생을 한 것이죠. 컨트롤이 안 된 부분이 발생을 한 것이예요.

그런데 이 경우에는 사용후핵연료 저장. 냉각을 위한 그 저장조에 있는 물이 외부로 나갔는데, 중수로로는 그 사용후핵연료저장조의 물을 냉각하는 것과 그 냉각하는 물이 뜨거워져서 나올 테니까 그것을 식히는 물이 직접적으로 해수와 맞닿아 있더라.

즉, 무슨 얘기냐면, 이 경계가 무너지면 그냥 외부로 나간다, 컨트롤되지 못하고. 이 부분에 본질적인 문제가 있는 것이죠.

경수로로는 그렇지 않습니다. 경수로로는 루프 하나가 더 있어요. 그래서 새터라도 해수를 통해서 바로 바깥으로 나가지 않습니다. 이게 근본적인 차이예요.

그래서 지금의 이 건과 관련된 부분에 대한 원인은 명확하게 나오지만, 근본적으로 지금 나와 있는 이 중수로의 문제를 어떻게 해결해야 우리가 계획되지 않고 컨트롤되지 않는 방사성물질이 나가는 것을 근본적으로 막

느냐 하는 차원에서 접근했다는 것이에요. 그래서 이중, 삼중의, 차단 벨브부터 시작해서 여러 가지를 댔다는 것이고요.

감시기도 마찬가지로인데, ‘압력을 바꾸는데, 부압이 걸리는데 뭘 감시기까지 다느냐?’ 그런데 저희가 감시기를 다는 이유는, 우리의 설계대로 설비가 돌아가면 방사선감시기 필요 없는 부분 되게 많습시다.

그런데 왜 다냐? 우리가 설계하고 의도한 대로 설비나 장비가 작동하지 않으면 나가기 때문이죠.

그래서 외부로 나가는 곳곳에는 저희가 방사선감시기를 달아서 혹여라도 우리가 생각한 대로, 설계대로 움직이지 않는 경우가 발생하더라도 우리가 감지해내자 하는 차원에서 방사선감시기를 다는 것이죠. 그런 차원에서 접근했다고 설명을 드리는 것이고요.

분석도 마찬가지로인데요. 분석도 시간 타임으로 놓고 보면 처음에 냉각수가 흘러나왔을 때, 그때가 얼마나. 그때 만약에 어떤 조치가 필요하냐, 주민보호를 위한 조치를 포함해서 조치가 필요하냐 하는 부분을 알려면 금방 우리가 분석하는 방법을 써야 되는 것이고요.

아까도 말씀드렸던 것처럼 그런데, 계획되지 않고 통제되지 않고 나왔으니까 이게 정말 얼마나 나온 것이고 축적이 되는 것이냐, 어떤 영향이 있느냐라고 하는 것은 당연히 정밀 분석을 해야 되는 문제인 것이죠. 예상은 예상대로 당연히 해야 되고요. 그리고 분석은 분석대로 당연히 해야 되는 것이에요.

그래서 아까 제가 시각 차이로 말씀을 드렸는데, KINS도 아까 고민을 했다고 말씀하는 부분이 이 부분이죠. 이 하나의 케이스, 하나의 사안에

대해서만 처리하면 되느냐, 아니면 이것 외에 그야말로 사용후핵연료를 냉각하는 냉각수가 외부로 흘러나갈 수 있는 여러 가지 경로를 막아낼 수 있는 대책을 세우는 게 맞냐, 이 부분의 차이 같아요, 제가 보기에는, 시각의 차이가.

다만, 이 재발방지대책 중에 몇 가지 포인트의 말씀을 주신 것은 있어요. 그게 오히려 우리가 생각하는 방향으로 가지 않을 수 있는 부분, 또는 이것은 너무 과도하다는 부분에 대한 말씀도 주셨거든요. 이 부분은 사실 '검토를 해 볼 필요는 있겠다.' 하는 생각이 듭니다.

물론 계속 논의를 하실 수는 있는데, '그런 시각차가 좀 있다.' 하는 것을 제가 말씀드려야 조금은 논의가 좁혀질 것 같아서, 그래서 제가 설명을 드렸습니다.

김기수 위원님.

○**김기수 위원** 위원장님이 잘 정리해 주셔가지고, 제가 먼저 질문했으면 저도 똑같은 오류를 범할 뻔했어요. 감사합니다.

저는 보니까 박천홍 위원님하고 우리 김균태 위원님이 걱정하시는 것도 다 이해를 했고요. 또 위원장님 포인트도 이해를 했습니다.

그런데 상식적으로 생각해 보면 우리가 이런 안전사고라는 것을 봤을 때는 항상 재발방지라고 하는 것은 원인과 책임, 책임을 적절히 묻는 것.

예를 들어서 이런 것으로 인해서 한수원은 손해를 봤잖아요. 큰 손해를 보게 되는데, 지금 과도한 손해가 발생했거든요, 어떻게 보면 가스켓 하나로. 이렇게 되면 재발방지에 도움이 되느냐.

한수원 내부에서는 이것을 원전을 세워놓고 여기에 대한 각종 조치를

강구해가지고 하는 과정 자체는 상당히 바람직합니다. 그런데 과연 당장이 가스켓 설치하고 여기 책임자들이 있을 것 아니에요, 이 원인을 발생시킨 사람들. 이런 사람들에 있어서 이런 게 사실 어마어마한 큰일이 됐잖아요.

사실은 가스켓을 박천홍 위원님 말씀대로 원인은 밝혀졌으니까 그 가스켓을 갈아 끼우는 식으로 해서 제가 볼 때는 가동을 하는 것에 주안을 둔다면, 원안위나 또 이런 것 여러 가지 해서 이렇게 임계 시점을 늦출 필요가 있겠느냐 하는 우려를 저는 똑같은 의견으로 표현을 하는 것입니다.

왜냐하면 책임을 많이 묻게 되거든요, 부담이 늘어나는 것이예요. 그러면 거기에 관해서 과연 이것이 나중에, 당장 여기 말하는, 여기 말하는 열교환기 압력변경 이런 것, SFB 설치 이런 것 당장 못하잖아요. 어차피 당장 못하는 것 기술기준도 바뀌야 되고 여러 가지 복잡해. 어차피 당장 못하는 것은 이것 임계 시점 늦추는 것하고 아무 관련이 없다는 것이죠.

그렇기 때문에 적절한 원인과 진상 규명을 해서 임계 시점을 단축시키는 것이 나중에, 혹시 실무자들이 중수가 새는지 안 새는지 이것을 조기에 봐야 돼요. 가스켓이 이렇게 틈이 조금 생겼다는 것 아닙니까, 처음부터 끼울 때 잘못 끼워가지고. 아주 미량이지만, 극미량이지만 새 왔다는 얘기죠, 사실 어떻게 보면. 그래서 그게, 저는 기술적으로는 잘 모르겠습니다.

그런데 예를 들어서 그런 우려가 있는 상태에서 이렇게 됐다. 그리고 또 여기 보고서에 보면 정위치에 벗어나게 설치가 됐는데, 이번에 한 것처럼 압력시험을 해가지고 테스트를 하고 가동을 한 것 아니겠습니까, 맞죠?

그때 설치할 때도?

○임시우 (원자력안전과장) 그때 지난,

○김기수 위원 정기 분해 정비 시, 할 때마다 압력시험을 합니까?

○임시우 (원자력안전과장) 그때는 안 했습니다.

○김기수 위원 원래 매뉴얼대로 안 하도록 돼 있습니까?

○임시우 (원자력안전과장) 그런 매뉴얼 자체가 없었습니다.

○김기수 위원 그러니까 매뉴얼 자체가 없었겠죠.

그러니까 예를 들어서, 지금 여기에 보면 압력시험을 매뉴얼화 한다는 얘기가 들어있나요? 압력시험이 비용이 많이 들지 않습니까?

○김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장) 네, 누설시험을 매 교체 후에 하는 내용으로,

○김기수 위원 하는 것으로 매뉴얼을 바꾸는 것으로?

○김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장) 네, 정비절차서 개정했습니다.

○김기수 위원 그렇군요. 그러니까 이런 매뉴얼의 허점 같은 게 있는 부분인데, 그것을 바꾸면 충분히 임계 시점을 당길 수 있지 않냐는 문제가 들고,

임계 시점을 늦춤으로 인해서 한수원 직원이나 또는 외부 업체들이나 여러 가지 부담을 엄청 많이 줌으로써, 나중에 이런 부실한 부분이 발견되더라도 조마조마하게 재정비 시점까지 한번 기다려보자, 이런 어떤 해태(懈怠)가 발생할 수 있지 않겠냐, 너무 크게 다뤄버리면,

그래서 사실 간단한 문제인데, 이것을 너무 크게 다뤄버리면 오히려 그 게 자진해서 이게 되지 않도록, 만약에 한 번 늦추면 그 수십만 가지 부품

이 있는 거기에서 이런 식으로 몇 달만, 하나만 이렇게 되면 이렇게 된다면 오히려 안전에 저해되는 요소가 있는지, 그런 것은 심리적인 것인데요. 그런 부분도 검토를 해 봤으면 좋겠고,

관련해서 앞으로, 4호기가 계속운전 신청이 돼 있는 것이죠?

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 아직은.

○**김기수 위원** 아직 안 돼 있습니까? 신청돼 있는 것으로 아는데?

○**임시우 (원자력안전과장)** 죄송합니다. 담당이 아니라서, 신청돼 있습니다.

○**김기수 위원** 아, 그래요, 담당이 아니고.

4호기 신청이 돼 있는데, 이런 것들은 예를 들어서 계속운전 관련해서 한수원에서, 예를 들어서 10년으로 신청한 것으로 알고 있는데, 어쨌든 더 쓰고 싶은지, 이런 것들이 있을 것 아닙니까?

10년을 쓰고 싶다, 20년을 쓰고 싶다, 계속운전에 관련해서도 그런 논란이 있을 수 있는데, 안전(정책)국에서, 우리 원안위 안전(정책)국하고 뒤에 한수원 지금 나와 계실 텐데, 이런 부분 포함해가지고 이것이 나중에 계속운전 신청할 때 전체적으로 이것을 봐서 여기에 반영을 하는 식으로 해서 하는 게 좋지 않겠냐, 이런 생각이 들고요.

제가 이 안전과는 관계없지만, 계속운전 관련해서 한수원에서 어떤 입장을 갖고 있는지 한번 물어보고 싶어요. 왜냐하면, 이것을 신청하신 것은 맞죠?

○**위원장 유국희** 아마 한수원도,

○**김기수 위원** 이것 담당자 아니면,

○**위원장 유국희** 위원님, 계속운전과 관련된 부서가 따로 있어서,

○**김기수 위원** 아, 그러면,

○**위원장 유국희** 아마 지금은 답이 안 될 것입니다.

○**김기수 위원** 답이 안 되면 이 질문은 안 하는 것으로 하고, 그냥 저는 질문 아니고 이렇게 말씀드렸습니다.

고생하셨습니다.

○**위원장 유국희** 김기수 위원님 끝나셨나요?

○**김기수 위원** 끝났어요.

○**위원장 유국희** 정리를 하시려고 하는 것이니까 박천홍 위원님 하시고요, 제무성 위원님 하시고, 이승숙 위원님 하시고, 그다음에 임승철 위원님 하시고, 김균태 위원님 하시겠습니다.

○**박천홍 위원** 간단히만 말씀드립니다. 일단 아까 답변을 하시는데 제가 중간에 끊고 말씀을 드려서 죄송하고요.

제가 약간 흥분했어요. 그런데 그 이유 중의 하나가 이상하게 이렇게 조립하는, 외부 기업들이 와서 조립하는, 예전에 밸브 때도 거의 똑같은 일이 있었거든요, 내용은 다르지만. 그럴 때는 굉장히 그런 부분에 대해서는 관대해요. 그것도 되게 인적사고가 날 수 있는데 관대하고, 지금도 보면 여기에는 관대해서 '불이는 것에 대해서는 수평으로만 올려서 붙이면 괜찮을 것이다.'라는 결론을 내고, 대신 다른 위험성에 대한, 다른 것에 대한 것들을 많이 하셨거든요.

저는 그 부분 때문에 지금 notice를 드리고 싶어서 그런 데, 그런데 인위적인 사고가 날 확률이 높은 것들, 사람이 잘못하면, 그런 부분에 대해서는 다 대책이 그냥 작업 공정만 수정하고 가는 것이에요. 그리고 다른

부분에 대해서, 많이 높이는 데에 대해서 제가 ‘이것은 아닌데?’ 싶은 생각이 나서 아까 약간 흥분을 했습니다.

죄송하지만 ‘그런 부분도 감안을 해서 다음부터는 대책을 세웠으면 좋겠다.’라는 생각이 듭니다.

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 위원님, 아까 groove (홈) 파는 것은 사실 한수원이 검토를 했었습니다.
잠깐 답변드리겠습니다.

○**김평기 (한국수력원자력 엔지니어링처)** 한수원의 김평기입니다.

Groove(홈) 파는 것은 저희가 초반에 그런 부분들에 대한 안전성 강화를 위해서 제작사와 같이 검토를 한 부분이고요.

그런데 지금 현재 시점에서는 사실 그렇게, 아까 전에 간단하게 말씀을 드린 것처럼 현실적으로 지금 바로 가능한 부분이 아니고, 실제 그렇게 구현을 하기 위해서는 열교환기를 아예 새로 제작해서 교체를 해야 되는 수준의 답변을 저희가 받게 되다 보니, 그것에 대한 소요기간 이런 부분들도 상당히 많이 저희가 고민을 하게 되었습니다.

그리고 조금 전에, 추가로 말씀드리면, 그런 접착 방법에 대한 부분뿐만 아니라, 그다음에 설치를 하고 난 다음에, 고정을 하기 위해서 추가적으로 저희가 인적오류를 방지하기 위한 그런 부분들도 추가로 사실 보완을 해가지고 절차화를 시킨 그런 부분들이 있습니다.

○**위원장 유국희** 제무성 위원님.

○**제무성 위원** 하여튼 초유의 일이었는데, 보고서 내용 보면 원전 제한구역경계의 3.9×10^{-7} mSv라고 돼 있습니다. 그래서 ‘일반 선량한도의 0.00003 % 수

준으로 미미하다.’ 이렇게 돼 있는데요.

먼저, 우리가 일반 1년에 받는 방사선량이 2.5/3 이렇게 하지 않습니까? 그런 양의 10^{-7} 이라는 게 거의 없는 수준인데, 저는 계산 자체에 대한 의구심이 있습니다. 소수점 유효숫자 마이너스 일곱 번째까지의 값을 이렇게 보고서에 넣었는데, 여기 값에 대한 의구심이 있습니다.

그래서 저는 거의 미미한 수준이다, 아니면 없다, 이런 정도 표현이 적절하지 않나 하는 개인적인 코멘트고요.

제가 질문하고 싶은 게 두 가지인데, 하나는 먼저 제목도 ‘사건’이라고 돼 있습니다, ‘누설 사건’. 그런데 언론에서는 ‘사고’라고도 하고요.

그런데 원자력시설의 사고 등급은 원래 원자력 기관에서는 준용할 필요가 있는데, 거기에는 INES가 아시다시피 0~8등급 해가지고 이것은 사건에도 안 들어갑니다, 이것은. 그러니까 0(zero) 등급,

그래서 어쨌든 이게 ‘사건’이라고 하면 원자력시설에 대한 사건이라고 붙이는 것은 2등급, 3등급을 사건이라고 명명하는데, 여기에 대한 명칭 사용에 대해서 고민할 필요가 있지 않나 하는 코멘트고요.

수위 감소량 가지고 방출량이 정해진 것 같은데요. 2.45 t. 이것은 아마 물이 부족하면 자동으로 채워지고 하는 그런 장치가 없는 모양이에요. 그러니까 빠진 양 가지고 2.45 추정한 것 같은데, ‘이게 정확한가?’ 하는 의심이 들었고요.

그다음에 계측 방법도 지금 그 수위 때문에 알게 됐는데, 아까 앞서 코멘트 하셨습니다만 방출 부분에 방출, 그러니까 계측기죠, 계측기를 직접 이렇게 detect 하는, 측정하는 뭐라고 그러죠? 제2의 검출 방법 이런 게

필요할 것 같은데, 그 부분도 명확하게, 아까 이야기가 왔다 갔다 한 것 같아요. 듣고 싶고요.

제일 중요한, 제 생각에, 제가 궁금한 질문이 뭐냐면, 보고 체계입니다.

보고 체계가 지금 선(先) 조치, 후(後) 보고가 중요하죠. 그래서 잘 지켜진 것 같은데, 한 3시간 만에 원안위 보고가 된 것 같아요. 2차 시료 검사해가지고.

그런데 보고 체계에 대한 간단한 설명을 듣고 싶은데, 저는 사업자의 책임자, 월성 부지의 본부장이 보고를 받고 또 한수원 사장에게 보고를 하고, 이런 과정이 있었을 것 같은데요. 여기 내용은 현장하고 원안위 보고만 나와 있습니다.

그래서 보고 체계, 3시간 정도면 빨리 조치하고 보고한 좋은 사례라고 보거든요. 그런데 이게 원전시설이 아니죠? 아, 원전시설이 아닌 게 아니고 원전 운전과는 별개의 상황이죠.

그래서 보고 체계 관련 부분을 설명해 주시고,

그다음에 이것도 제가 기회가 없을 것 같아서 하나 더 말씀드리면, 이것은 원전 운전하고는 사실은 별개의 문제입니다. 사용후핵연료 저장수조의 냉각 부품에서 새는 것이죠. 우리 에어컨에 라디에이터가 새듯이.

그래서 아까 위원장님 말씀하신 대로 경수로도 기기냉각 루프가 있어서 직접 안 나가지만, 이것은 바로 바다로 나가기 때문에 국민들이 심각하게 봤던 것이죠.

그런데 하여튼 그 양은 거의 없다. 국민들이 걱정할 그런 수준의 양이 아니고 ‘미미하다.’ 하는 것을 확인한 것 같고요.

제가 드린 질문 3개에 대해서 간략히 답변을 부탁드립니다.

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 6개를 말씀하신 것 같은데, 질문으로 생각되는 것 세 가지를 먼저 말씀드리겠습니다.

일단은 누설 사건 용어 말씀 먼저 드리겠습니다. 사고·고장이라는 표현을 하고 우리 보고·공개 규정은 IAEA INES 등급 평가 매뉴얼을 토대로 개발이 됐고, 그 등급 평가 매뉴얼에 따르면 0~7등급까지 있습니다.

보통 0~3등급까지는 ‘고장’이라는 용어를 쓰고요. 그다음에 4등급 이상부터는 ‘사고’라고, accident라는 용어를 씁니다. 2개 사고·고장을 포함해서 ‘사건’이라는 용어를 쓰고 있습니다.

그래서 저희는 통상 고시 자체도 ‘사고·고장 발생 시 보고 및 공개 규정’이고, 통상 2개를 합쳐서 그냥 ‘사건’이라고 부르고 있습니다. 그렇게 설명을 드리고요.

그리고 이 소외 피폭선량 자체도 사실은 많이 미미한 것은 맞습니다. 저희도 기술적으로 미미해서 KINS 조사보고서는 미미하다, 대신 KINS는 정확한 수치를 써야 되니까 쓴 부분이 있고요.

“2.45 t이 정확하게 평가된 것 맞냐?”라는 말씀을 해 주셨는데요. 그래서 저희가 아까 사용후연료저장조는 2개의 수위 감시기가 있습니다. 하나는 이송수로에 있는, 아까 정확한 누설량을 평가하기 위해서 그것을 평가한 것이고요.

나머지 하나는 저장조의 안전등급, 후쿠시마 사고 이후 안전등급 수위 계측기가 있는데, 그것은 초음파 수위 계측기로 정확한 평가를 하기가 어려워서 이송수로에 있는 것을 가지고 누설량을 정확하게 평가한 것입니다.

자동으로 채워지지는 않고, 매일 하루에 한 번씩, 수위를 자연 증발량이 보통 있습니다. 수조 표면 자체가 표면적이 넓다 보니까. 그게 하루에 한 1.5 t 정도 됩니다. 그것을 수동 충수, 분당 한 70 L 정도 수동 충수를 하고 있습니다.

그리고 계측 방법은, 그래서 기존에는 저수위 정보만 있었습니다. 한참 Tech. Spec.보다 많이 새야지 저수위 정보만 있었고, 이번에 경험을 반영해서 누설률 정보도 신설했고, 만약에 그게 안 됐을 때를 대비해서 한참, 지금 해수 역전압력을 했으니까 해수가 많이 들어왔을 때 빨리 감지할 수 있도록 전도도 감시기를 설치해서, 전도도 감시기는 즉각적으로 경보를 발생할 수 있습니다. 그런 감시 수단을 마련했습니다.

이상입니다.

○임시우 (원자력안전과장) 보고와 관련해서 말씀드리겠습니다.

한수원에서는 운전원이 4시 17분에 '수위가 떨어진다.'라는 것을 인지했고, 바로 현장 점검을 했고, 34분에 전체 밸브를 잠그고 하면서 누설 차단 조치를 했습니다.

그리고 바로 이어서 방사능 분석을 했었고요. 이런 방사능 분석 결과는 발전소 운전원, 발전부장에게 보고가 됐고, 그다음에 내부 회의를 하고 거기에서 다시 2차 분석하는 것으로 그렇게 결론을 내렸고, 그다음에 2차 분석을 하고 다 마친 시간이 7시 40분이었습니다.

그래서 한수원에서는 병행적으로, 규제기관에도 7시 53분에 보고하고 한수원 내부적으로, 위에 본부장부터 본사까지 현장에서 보고를 한 것으로 그렇게 파악이 됐고요.

이 보고절차와 관련해서는 저희가 아까, 보고자료에도 있습니다만 기본적으로 방사능 분석하는 시간 자체가 오래 걸립니다. 방사능 계측하는 시간 자체가 1시간 이상 이렇게 걸리고 시료를 떼와야 되고 이런 부분들이 있어서,

방사능이 처음 검출되자마자 그런 부분들은 바로 규제기관에 먼저 선(先) 보고하고, 그다음에 추가적으로 분석을 해서 나오는 그런 결과값들은 다시 수정해서 우리한테 보고를 하고, 그렇게 하는 절차로 개선하도록 요구를 했고, 그런 부분들은 반영이 된 그런 상황입니다.

저희가 그렇게 요구를 한 것은, 규제기관 차원에서도 비계획적 누설인 경우에는 또 즉각적으로 대응을 해야 되는 측면이 있습니다. 혹시라도 고농도의 방사능물질이 나가서 주민이 긴급하게 대피해야 될 그런 상황들도 있을 수 있는데, 그것을 모르고 있는 상황이라 그러면 또 대응할 수 있는 그 시간 자체를 허비할 수 있는 그런 여지가 있기 때문에, 그런 부분들은 개선하도록 이번에 요구를 했습니다.

○**제무성 위원** 그래서 선(先) 조치를 하는 게 당연히 맞고요. 아까 오전에도 잠깐 그런 논의가 있었는데, 2012년인가요? 그때 정지·저출력 상태에서 overhaul 기간 중에 정전이 되는 바람에, 비상발전기 하나밖에 없는데, 비상발전기 그것도 하나 있는 것도 고장이 나고 외부에서 오는 전선을 작업자가 실수로 건드려서 아차 사고가 있었죠. 우리나라의 큰 사건이었습니다.

그래서 풀장(pool場)의 온도가 12분 만에 복구가 됐지만 20몇 °C씩 올라가는 그런 상황이 있었는데, 그때 문제가 보고가 늦었다는 것이었어요.

그래서 지금 선 조치, 후 보고는 잘하고, 좋은 선례라고 생각하고요.

아까 제가 유효숫자 말씀드린 것은, 유효숫자가 지금 아홉 자리예요. 0.000~ 해가지고, 이런 값을 이런 보고서에 실는 게 과연 저는, 과학적인 관점에서, 그것은 부록에 실든지 이래야지 앞에 메인에 소수점, 유효숫자 아홉째 자리까지 정말 그게 정확한 것인지, mSv로, 거기에 대한 질문이었는데 답이 정확하게는 안 됐고요.

그다음에 사건, 아까 사건·사고도 INES가 0~3등급까지를 그냥 이벤트로, 사건으로 본다고 그렇게 설명하셨는데, 고장·사건·사고가 분명히 구분이 돼 있습니다.

그래서 2등급하고 3등급을 ‘사건’이라고 하고, 4등급부터 7등급을 ‘사고’라고 하고, 그 이하는 ‘사건’이라는 말을 붙이지 않는데, 기사에서는 사건이라고 쓸 수 있겠죠.

그런데 원자력안전위원회는 명명하는 데 고민해야 될 필요가 있지 않나, 과대하게 쓰는 용어다, 그런 생각이 들어서 코멘트했습니다.

○**임시우 (원자력안전과장)** 그것을 말씀드리겠습니다.

우리 고시에는 ‘사고·고장, 보고·공개’ 이런 표현을 하고 있습니다. 그래서 사고 같은 경우에는 아까 보고자께서 말씀하신 것처럼 4등급 이상 사건인 경우에는 ‘사고’라고 하고요. 그다음에 0등급부터 3등급까지는 ‘고장’이라는 표현을 사용하는데,

아까도 말씀드린 것처럼 IAEA의 INES 규정을 바탕으로 해가지고 저희가 부르고 있는데, ‘사건’이라는 것은 ‘사고’하고 ‘고장’을 통칭해서 부르는 그런 용어입니다. 그래서 ‘이벤트’라는 용어로 사용하는데요, 그것을 저희

가 활용해서 쓰는 것이라고 이해해 주시면 좋을 것 같습니다.

그다음에 아까 주민 피폭선량과 관련 돼가지고는 KINS에서 직접 평가한 담당자가 설명드리도록 하겠습니다.

○**제무성 위원** 따로 답변 필요 없습니다. 제가 원전 운전하고는 상관이 없는 사용후핵연료 저장수조의 열교환기에서 지금 가스켓의 문제로 샌 것이기 때문에, 이것을 이렇게 오랫동안 발전소를 세워놓을 이유는 없다고 봅니다. 그래서 저의 의견은 빨리 재가동이 됐으면 생각합니다.

○**임시우 (원자력안전과장)** 알겠습니다. 그 부분은 아까 김기수 위원님께서도 말씀하셔가지고 답변을 드리겠습니다.

지금 이것과 관련 돼가지고 사건 조사하는 시간 플러스(+) 또 재발방지 대책으로 한 정비 방법을 개선하고, 그다음에 운전압력을 변경한, 이런 사건들이 주요 재발방지대책입니다.

그리고 장기적으로 하는 부분들은 지금 시간을 두고 계속적으로 추진할 부분입니다. 그런 부분까지 다 고려해가지고 재가동을 하는 그런 부분들은 아닌데,

그래서 단기조치 사항들은 빨리 끝날 수 있는 것들은 이미 다 끝난 부분이 있는데, 이 압력변경 운전 같은 경우에는 지금 현재 시범운전을 하고 있는 그런 상황이고요. 한수원에서는 9월 14일까지 이 부분을 종합적으로 설비 건전성을 확인하겠다는 계획으로 지금 시범운전 중에 있거든요.

그래서 저희들은 그 부분까지 확인을 하고 그다음에, 지금 그 부분뿐만 아니라, 이 사건뿐만 아니라 전체적으로 원전이 지금 계획예방정비 기간입니다. 그래서 다른 부분에서 정비하고 점검했었던 그런 결과까지 종합적

으로 한번 다시 보고, 그다음에 재가동 관련된 임계 허용을 하겠다라는 그런 계획으로 있습니다.

○**위원장 유국희** 이승숙 위원님.

○**이승숙 위원** 앞에 의견 주신 여러 위원님들의 의견에 전반적으로 비슷한 생각을 하고 있었고, 그래서 많은 부분 답변이 됐고요.

제가 한 가지 여쭙보고 싶은 것은, 그 대응으로 방사선 분석을, 방사능 분석을 하는 과정에서 여러 가지를 하셨는데, 이게 매뉴얼에 어느 어느 정도 수준으로 분석을 하도록 되어 있는 내용에 충실하게 진행이 된 것인지, 아니면,

왜 이 질문을 드리느냐면, 사실은 ‘좀 과하다.’ 싶은 그런 느낌을 받았어요, 맨 처음에.

그런데 언제는 덜 해서 뭐라고 하니까, 또 이번에는 과하게 했다고 뭐라고, ‘참 어느 장단에 춤을 추냐?’ 이렇게 생각하실 것 같은데, 그것은 사회적 영향이 굉장히 많은 부분이고, 사실 사용후핵연료저장조에서 일부 유출이 해수로 된 것이라 이게 얼마나 검사했을 때 미묘하게 나올 것인지 예측이 다 되기는 되죠.

그럼에도 불구하고 사회적인 영향이라든지, 그 뒤에 이게 영향이 실제 있건 없건을 떠나서 그 대응을 제대로, 여기서 ‘제대로’라 함은 매뉴얼대로, 예정된 대로 충실하게 이행을 했냐, 안 했냐 이것이 중요할 것 같아요.

저는 실질적인 대책이 이게 옳으나, 그르냐 이런 부분에 대해서는 많은 부분 다른 위원님들과도 동감하기 때문에 말씀 안 드리겠고,

이 절차적인 부분에 있어서 말하자면 blame을 받을 만한 어떤 부분이

있느냐, 죄송한데 그것은 뭐냐면 안 해서 blame을 받는 것도 있을 수 있지만, 이 경우에는 그래 보이지는 않고요.

좀 과하다는 느낌을 받았다고 했지 않습니까, 그런데 이게 매뉴얼에 정해진 범위 내에서 했다. 답안지 1번,

아니면 2번, 그냥 우리가 그 상황에 생각할 수 있는 한 최대한 intensive 하게 할 수 있는 것을 총동원해서 다 했다.

3번, 모르겠네요.

아무튼 어떤 경우에 해당하느냐, 그것을 여쭙고 싶고,

그다음에 말을 마치기 위해서 마지막으로 답변을 듣기 전에 말씀드릴 것은, 이런 것들이 어느 정도 매뉴얼화 되어 있기를 바라고, 그리고 분석을 할 때도 가능하면 매뉴얼에 충실한 그 범위 내에서 하고, 그것이 책임을 다했다라고 했으면 좋겠어요.

한도 끝도 없이 정밀하고 확대적으로 검사를 해서 국민들한테 최대한 안심할 수 있는 거리를 제공하겠다는 것이 어떤 부분에 있어서 욕심일 수 있으니까, 그냥 맨정신에 매뉴얼화 해놓고 그것에 따라서 그것만 이행하는 것으로서 우리는 할 도리를 실제로도 한 것이고, 심정적으로도 한 것이 되게끔 범위를 딱 정해 놔으면 좋겠다라는 게 제가 말씀드리는 이유이자 요지입니다.

답변……

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 전반적으로 방사선 분석과 관련해서 코멘트는 주셨고요.

두 가지, 맨 처음에 열교환기 누설이 발생했을 때 발전소 소내에서 열

교환기에서 드레인 라인을 통해서 분석한 것, 즉각적으로 이게 누설이 됐냐, 안 됐냐를 판단하기 위해서 두 차례 한 게 있습니다.

누설 사건 이후로 05시 50분, 06시 40분경에 두 차례는 발전소 내부 방사선절차서에 따라서 비방사선 구역에서 절차에 따라서 정확하게 한 게 맞습니다.

그런데 그 이후에 해양 시료와 관련해서는, 위원님이 말씀해 주신 것으로 보면 2번에 가까운 것 같습니다. 최대한 할 수 있는 대로 한 것 같습니다.

그래가지고 이번에 재발방지대책으로 그것 관련해서 10페이지 두 번째 네모(□)에 있는데, 관련한 재발방지대책 매뉴얼을 이렇게 비계획적, 그다음에 관리되지 않는 상황에서 해양으로 나갔을 때 방사선 비상은 아니지만, 어떤 정도의 해양 시료를 분석하고, 어느 지점에서 할 것인지에 대해서 매뉴얼을 만들기로 재발방지대책을 수립한 사항이 있습니다.

이상입니다.

○**위원장 유국희** 되셨나요?

○**이승숙 위원** 네.

○**위원장 유국희** 임승철 위원님.

○**임승철 위원** 저도 보고서 다른 위원님들처럼 ‘재발방지대책이 과한 것 같다.’

하는 생각을 처음 했는데, 검사단장 말씀하시는 것 듣고 이해는 갔어요. 월성에서만도 우리 4개 호기 있었으니까, 4개 호기에 수십 년간 아무런 문제 없이 이용되던 설비가 가스켓 문제로 된 것이죠.

그게 정비 불량도 언급하시고, 그러다 보니까 수직으로 교체하던 것을

수평으로 세워서 정비 품질을 높인다든가, 그럼에도 불구하고 또 누설 가능성 있었으니, 일어났던 일이니까 감시기를 달고, 또 압력 관계를 바꾸고 하는 것은 이해합니다. 이해하는데,

가스켓이나 오링은 전 세계적으로 보면 최소한 수억 개 이상의 제품이나 설비나 이런 데서 활용되는 극히 Well Proven 된 테크놀로지예요. 그리고 박천홍 위원님 말씀하신 대로, 저는 그쪽 분야 전문가는 아니지만,

가스켓이나 오링을 이용한 밀봉에서의 핵심은 일단 제자리에 잘 설치되는 것, 그것에 1차가 홈을 파주는 것이죠.

단기대책은 하라, 마라 할 저것은 아닌 것 같은데, 지금 중장기대책에 ‘공랭식 냉각 시스템까지 바꾼다는 것 검토하겠다.’ 이러시는데, 제가 보기에 아까 한수원 분이 ‘두산 쪽하고 했더니 새로 제작하지 않으면 홈을 맞힐 수 없다.’ 이런 얘기하시는데,

지금 가스켓이 기존 고무 재질인데, 폭이 1 cm예요. 제가 보기에 아까 말씀드렸다시피 저는 기계 분야 전문가 아니지만, 홈 1 cm 다 안 파도 됩니다. 제가 보기에 1 mm만 파도, 1 mm만 파고 수평으로 얹혀서 조이면 지금보다 누설 확률이 한 1,000분의 1로 줄어듭니다.

박천홍 위원님이 그쪽 분야 전문가시고, 전 세계에서 그렇게 쓰이는 그런 것을 제시하시는데, ‘검토해 보겠다.’ 하는 말이 안 나오는 게 좀 그래요, 제 생각에는.

그러니까 단기적인 것은 그렇고, 제가 보기에는 중장기로 공랭식 이것 하는 것보다 새로 제작도 아니고, 기존 있는 것에 1 mm 홈만 파도 더 효과가 나올 것이라고 생각이 돼요. 고무 재질이기 때문에 1 cm, 그 가스켓

을 전부 다 들어 앓힐 필요도 없어요, 제가 보기에.

생각만 바꾸면 저것 한테, 그래서 ‘이렇게 해라, 저렇게 해라.’ 할 일은 아닙니다만 단기대책이 조금 저도 과하다 느끼기는 했는데, 어떤 생각으로 하셨는지 이해가 됐고, 한수원에서 잘 검토해 보세요.

새로 제작이거나 공랭식 해도, 공랭식 해도 지금 본질, 가스켓이나 오링을 위한 밀봉에서 핵심이 홈인데 그것을 못 받아들이는 마인드라면, 그러니까 어떻게든 해보겠다는 마인드가 아니라 그런 접근 방법이라면 공랭식이라도 문제가 생길 수 있어요.

그게 제가 말씀드리고 싶은 핵심입니다.

○**김평기 (한국수력원자력 엔지니어링처)** 한수원 김평기입니다.

간단하게 말씀을 드리겠습니다.

저희가 어쨌든 사전에 그런 부분까지 사실 내부적으로도 고민을 하고 했던 부분들이, 저희가 발전소 운영을 하면서도 생각하는 것과 실제로 그것을 이행하는 것에 있어서 차이가 많이 나는 경우가 있습니다. 이런 사례도 사실 그런 부분이 되지 않을까 하는 생각이 들거든요.

저희도 사전에는 ‘홈을 파서 그것을 강화하면 훨씬 더 안전성을 높일 수 있지 않겠느냐?’라는 생각을 했었고, 그런 기본적인 생각을 가지고 두 산에너지빌리티와 세부적인, 기술적인 협의를 하는 과정에서 사실 그런 부분들이 현실적으로 어려운 점을 저희가 인지를 하게 되다 보니, 다른 방법을 저희가 고민했던 부분이어서 그렇고요.

그다음에 조금 전에 말씀해 주셨던 공랭식 시스템 이 부분은, 직접적으로 가스켓 측면에서의 문제가 아니라 아까 전에도 말씀하셨다시피 외부

환경으로 유출되는 부분에 대한 예방을 우리가 어떻게 할 것이냐,

앞으로도, 향후에도 만에 하나라도 아무리 흠을 파서 신뢰도를 높인다 하더라도 거기에서 '문제가 전혀 없다.'라고 우리가 100 % 단정하기가 쉽지 않기 때문에 그런 측면에서 저희가 고민을 하게 되었고,

도입을 검토하고 있는 그 공랭식 시스템은 경수로에서 1차 냉각을 하고 난 다음에 폐회로로 운영되는 그런 방식과 유사한 체계입니다. 그러다 보니 그런 측면에서는 오히려 더 외부 유출 가능성을 낮추고 안전성을 강화하는 그런 측면이라고 이해를 해 주시면 고맙겠습니다.

○**위원장 유국희** 김균태 위원님.

○**김균태 위원** 여러 위원님들 말씀 듣다 보니까 저도 조금 또 일부 정리가 되는 것도 있고, 또 말씀 듣다 보니까 clarify 하는 게 좋겠다는 생각도 드는 부분이 있는데,

답변 중에도 나온 얘기인데, Uncontrolled release는 '통제되지 않은'이라기보다는 '통제 불능의 누출'에 해당되는 것이에요.

예를 들면 격납건물이 왕창 깨져가지고 도저히 그것을 어떻게 격리할 수 없는 이런 상황을 Uncontrolled release라고 부르고 있고, 지금 같은 경우는 밸브를 잠그면 바로 통제가 가능하기 때문에 이것은,

그렇지만 사전에 계획된 것은 아니기 때문에 Unplanned release, 비계획적 방출이라고 보는 것이 맞을 것 같습니다. 맞을 것 같고,

방사선감시기 아까 얘기했는데, 정리를 한 것 해본들 그게 무슨 의미가 있겠습니까? 방사선감시기가 보통 원자력발전소 내 달려 있는 것이 고방사성물질이 혹시라도 누설될 가능성, 그래서 감시라도 그 방사성물질에 의

해서 사람이나 어떤 것이 피폭됐을 때 문제가 되는 경우에 다는 것이지, 그냥 원자력발전소에 방사선이 있으니까 온갖 곳에 다 달아야 된다, 이런 것은 아니라고 보여집니다.

그리고 누설 평가에 관해서 얘기가 나왔는데, 지금 3쪽에 보면, 그래서 평가를 해보니까 삼중수소 연간 배출량 제한치 ~ 대비 0.002 %, 5만 분의 1 정도예요, 5만 분의 1, 이 양이. 이 양이 어떻게, 그러니까 이것은 과학이 아니고 엔지니어링이기 때문에 말씀드리는 것입니다.

지금 저장조, 수용조, 이송수로 다 합해가지고 저장돼 있는 냉각수량이 2,390 t이에요. 그중에서 2.45 t이 빠져나왔어요, 0.1 %가 빠져나왔죠. 거꾸로 계산을 해보면, 거꾸로 생각을 해보면 여기에 있는 물이, 냉각수가 전량 빠져나와도 연간선량 이 제한치, 삼중수소 연간 배출치 이것을 넘지 않아요. 이것의 100분의 1도 안 돼요.

그것을 하기 위해서 정밀 분석이 필요하다? 그래서, 그래서 정밀 분석을 해보니까 0.000039 %인데, 이게 0.00005 %면 어떻습니까? 이게 무슨 의미가 있는 것이에요?

그러니까 기본적으로, 기본적으로 사건 조사를 하는 방식의 문제로 나오는 것인데, 엔지니어링, 그러니까 공학적으로 생각해 봤을 때 ‘이것 다 빠져나가도 문제가 없다.’ 그러면 거기에 estimation 한 값으로 판단해도 돼요. 그것은 충분히 판단할 수 있어요. 그렇게 하고, 정말로 문제가 된, 이것 사실은 누설됐다는 것 자체가 잘 말도 안 되는 것이에요. 이런, 이런 냉각수가 누설됐다는 것은 말이 안 되는 것인데,

그러면 왜 냉각수가 누설됐느냐, 거기에 집중해서 그것의 원인을 파악

하고, 그것이 다시 발생하지 않도록 그것에 집중해서 해달라는 것이고, 지금처럼 두 달 반 넘게 이것을 하기 위해서 원자로를 세워놓는다? 이것은 사실 제가 보기에는 말이 안 돼요, 말이 안 되는 것이고,

지금 원인과 재발방지대책을 보면, 원인은 가스켓 누설, 단순해요, 그리고 그 가스켓 누설이 왜 생겼냐, 재질의 문제도 아니고 열화의 문제도 아니고 설치할 때 잘못된 것이예요, 그렇죠?

‘설치할 때 어떻게 잘 이런 실수가 없도록 할 것이냐?’라는 것이 핵심이 돼야 되는 것인데, 그것은 별로 다루지 않고 그 밖에 어마어마한 규모의 또 다른 방벽을 만들겠다, 이런 발상으로 보인다는 것이예요.

그러니까 앞으로, 일단 이 자체로서 재발방지대책도 다시 한번 재검토를 해 주시고, 앞으로 사건 조사를 할 때 직접적인 원인, 근본 원인, 그제 평가가 끝났고 공학적으로 판단이 충분히 될 수 있으면 그것을 가지고 이렇게 한없이 시간 끌지 마시고 빨리빨리 조치를 하도록 해 주시면 좋겠습니다.

○**김민철 (한국원자력안전기술원 원자력검사단장)** 검사단장 김민철입니다.

위원님 좋은 말씀 감사합니다.

저희가 항상 사건 조사를 하면서 고민하는 부분이 그런 부분인데요. 저희가 규제, 사실 이것도 관점의 차이가 있는 것입니다. 왜냐하면 지금 발생한 이 팩트에 대해서 집중을 할 것이냐, 아니면 이 잠재성에 무게를 얼마큼 둘 것이냐, 이 부분이 저희를 항상 괴롭힙니다.

그러니까 설계기준사고도 사실은 거의 잠재적인 것이지 실질적인 발생 가능성은 거의 없다고 우리가 보지 않습니까. 그러면 이번 같은 경우에도

가스켓의 고장, 아주 단순한 것입니다.

그러면 이것에 집중해서 이것만 해결한 다음에 사건을 끝낼까, 이것은 아니지, 그렇게 할 것인가, 아니면 조금 전에 말씀드렸던 것처럼 Uncontrolled, Unplanned에 대해서 논쟁이 있으니까 위원님 말씀하신 대로 Unplanned로 제가 말씀드리겠습니다.

Unplanned release에 좀 더 무게를 실을 것인가에 대한 관점에서 나오는 것인데요. 그러면 어느 정도 수준의 잠재성을 갖고 있는가를 저희가 고민하게 되고, 잠재성에 해당되는 부분, 위원장님 말씀하신 것처럼 다른 또 다른 어떤 누설, 그렇게 해서 해양으로 나갈 수 있는 그런 부분, 그렇게 고민이 확장되다 보니까 된 것인데요.

하지만 위원님이 말씀하신 것처럼 그 부분이 계속 저희들을 사건 조사하면서 괴롭히는 부분인 것은 맞지만, 이번 같은 경우는 후자에 좀 더 초점을 맞췄고요.

하지만 다음번에 이런 유사한 문제가 생겼을 때 어떻게 하거나, 여전히 그 잠재성에 무게를 많이 실어야 될 것 같다고 저는 판단하고 있습니다.

○**위원장 유국희** 잠깐만요, 잠깐만요, 제가……

○**김균태 위원** 제가 그 말씀에 대해서만 한 번만 더 말씀을 드리겠습니다.

잠재성, 위험성을 가지고 평가하는 것은 굉장히 좋은 문제예요. 좋은 중요한 포인트고, 그것을 당연히, 당연히 검사원이라면 생각을 해야 돼요.

그런데 우리가 그 위험성에 대해서 끝까지 추적하는 것과는 별개로 또 다른 관점이 뭐냐면 Graded approach예요. 이 부분이, 이 부분이 정말로 고방사성물질이고 압력도 높고, 1차 계통에서 뭔가 됐다. 당연히, 당연히

세워놓고 그것의 원인, 그다음에 재발방지대책 다 수립할 때까지 조치를 해야 되죠.

그런데 아까 얘기한 것처럼 사용후핵연료저장조에 있는 물 다 샌들, 다 샌들, 물론 다 새면 안 되겠지, 안 되겠지만 ‘그런 것은 공학적으로 판단할 수 있지 않겠냐?’라는 것이예요.

그런 것이, 그런 것이 지금 얘기한 잠재성에도 중요한 부분이고, 앞으로 판단할 때 그런 부분들을 고려해서 Graded approach라는 개념을 적용해가지고 조치를 하면 좋겠습니다.

○**위원장 유국희** 여러 위원님들 말씀 많이 주셨는데, 제가 뭐 하나 여쭙볼게요.

월성 4호기가 어떤 상황이었어요? 이 사고가 났을 때, 사건이 발생했을 때 발전소 상황이 어떤 상황이었냐고요?

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 계획예방정비,

○**위원장 유국희** 계획예방정비 중이었어요?

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 정비 중이었고,

○**위원장 유국희** 그때의 계획은 언제 끝나는 것이었어요?

○**김성현 (한국원자력안전기술원 원자력운영분석실장)** 계획은 한 7월, 8월까지였나요? 한수원에서 확실히 언제까지?

○**신선흠 (한국수력원자력 규제협력처)** 6월 말, 그 당시에는 6월 말.

○**위원장 유국희** 그러고서요? 한수원에서 말씀을 해봐 주시겠어요?

○**신선흠 (한국수력원자력 규제협력처)** 한수원 규제협력처 신선흠 부장입니다.

그 당시에는 6월 19일 날 계획으로는 6월 30일까지 계획예방정비였는데, 이번에 저희가 남아 있던 게 LOV(Lost Of Volt) 사건하고,

그다음에 새롭게 6월 22일 날 Spent Fuel Bay(SFB) 쪽에 저장소 유출 건이 생겨서 그 이후로는 연장시킨 상태였습니다.

○위원장 유국희 그러니까 이 건만이 아니고 지금 사건 조사하고 있는 게 있었죠, 그렇죠?

○신선흠 (한국수력원자력 규제협력처) 네.

○위원장 유국희 그 조사가 정리돼야 임계를 가는 것 아니었나요?

○신선흠 (한국수력원자력 규제협력처) 네, 지금 3호기 쪽에 사건도 있었고, 그다음에 4호기 자체 사건이 있어서.

○위원장 유국희 제가 확실하게 말씀을 드리고 싶어서 그렇습니다.

이것이 “정지를 시켜놓고 조사가 다 끝나고 올리려고 하는 것은 아니다.”라는 말씀을 제가 팩트로 드릴게요. 이것은 그 부분하고 연결하시면 안 됩니다. 그렇게 하시면 오해가 굉장히 커요.

제가 지금 말씀드리려고 하는 것은 뭐냐면, 우리가 계획하지 않은 방사성물질이 유출됐을 때, 제가 임계는 털었습니다, 말씀을 드렸고,

그러면 ‘앞으로 조사를 어떻게 할 것이냐.’ 이 부분인데, KINS 쪽 지금 담당하신 분이 고민이라고 하시더라고요. 저는 정밀 분석해야 된다고 생각합니다.

왜냐하면 저희들 계획해서 나온 게 아니기 때문에 해야 돼요. 숫자가 나와야 됩니다. 물론, 그 숫자에 숫자가 굉장히 미미해서 그 부분에 대한 과학적인 의미가 없을 수는 있어요.

그렇지만 우리가 계획되지 않은 상태로 방사성물질이 유출됐으면 최소한 지역 주민들께 설명할 수 있어야 합니다.

그것이 아니고 계획돼서 나간 것이라면 우리가 원래 계획하고 있고, 그리고 그 계획돼서 나가는 유출물이 얼마라고 하는 것을 저희가 미리 시료 분석을 통해서든, 계산을 통해서든 확인해서 알고 있기 때문에 그것은 얼마든지 괜찮아요.

그런데 우리가 계획하고 있지 않은 데 나갔어요. 우리가 모르는 상태에서 나갔어요. 분석 안 해도 됩니까? 저는 그럴 것 같지는 않아요.

그래서 물론, 여러 가지 말씀들을 주셨는데, “그 부분에 대한 감안을 해서 해 주십사.” 하는 말씀을 제가 KINS에 드리고 싶고,

이 부분을 제가 언급하는 이유는, 앞으로도 똑같은, 그러니까 이것과 유사한 상황이, 말씀드린 대로 계획되지 않았던 방사성물질이 유출됐을 때 그러면 어디까지 우리가 분석을 할 것이냐 하는 부분에 대해서 혼선이 있을 것 같아서 제가 말씀을 드립니다.

물론, 여러 가지 다른 생각을 가질 수도 있는데, 제가 생각하기에는 그렇게 분석은 해 줘야 되지 않나. 물론 그 분석이 발전소의 운영이라든가 여러 가지 결정적인 측면에서 영향을 미친다면, 그 부분에 대해서 우리가 피폭 가능성과 관련된 선량을 평가하든가 하는 부분을 통해서 할 수는 있겠죠. 그렇지만 시료를 채취해서 분석하는 것은 해 줘야 되지 않나 싶어요. 그래서 제가 말씀을 드립니다.

이번 건(件)만이 아니고 다른 건에도 영향을 줄 수 있기 때문에, 그래서 제가 그런 말씀을 드리고 싶어서 드린 것이고요.

김균태 위원님.

○**김균태 위원** 분석이 전혀 필요 없다는 말씀을 드리는 게 아니고, 당연히 분석

이 필요하죠. 그런데 그것을 언제 하느냐 시점의 문제이고, 그것이 배출 계획서를 제가 지금 갖고 있지 않아서 정확하게 말씀드리기는 어려운데, 이미 우리가 배출계획서 심의할 때 기억을 되짚어 보면 거기에는 Planned release도 있지만 Unplanned release도 고려하고 있어요.

그래서 Unplanned release가 생겼을 때 그 양을 추정해가지고 다음에 release 할 때 그 양을 차감해서 release 하도록, 그런 조치도 충분히 돼 있단 말이죠.

그리고 이 건에 대해서는 어느 정도 나갔는지가 estimation이 돼요. 이미 사용후핵연료저장조에 방사능 농도가 있고, 그리고 양이 define 되어 있고, 양을 추정할 수 있고, 이런 상황에서 그것을 분석이 나올 때까지 기다려야 된다? 저는 전혀 그렇게 생각하지 않고,

그러면 2.4 t이 나갔으니까 분석을 한다? 그러면 1 L가 나가도 끝까지 분석을 해야 됩니까? 저는 그것은 아니라고 봐요. 그것은 아니라고 보고, 2.4 t이든 1 L든, 1 L인데 고방사능이면 당연히 그것에 따른 조치를 해야 되고,

그러니까 결국은, 결국은 우리가 볼 수 있는 것은 방사능 총량이거든요. 총량이 estimation 될 수 있으면, 이미 그것은 우리가 어느 정도 예측된 범위 내에서 있는 것이기 때문에 그것은 예측된 자료를 활용해도 충분하다, 그런 말씀입니다.

○위원장 유국희 뭐를 기다렸다는 말씀인지는 제가 잘 모르겠는데, 이 부분은 저희가 그동안에 조사한 것을 정리해서 위원님들한테 보고를 하는 것이에요. 뭐를 기다렸다는 말씀인지 잘 이해는 잘 안 갑니다.

제무성 위원님.

○제무성 위원 사실은 조금씩 입장이 다르네요.

저는 재발방지책 관련해서 핵심이 아까 가스켓 기기 고장이라고 그랬는데, 이것은 인적 오류예요. Maintenance 하는 사람이 잘못된 것이예요.

그래서 이게 아마 방사선 노출도 있고 그러니까 충분한 시간을 못 가지고 그랬을 수도 있고, 그것은 잘 모르겠습니다만, 어쨌든 maintenance 할 때 생기는 Human error예요, 근본 취지가.

그런데 지금 무슨 시설 붙이는 쪽으로 이렇게 가는데, 거기 주기도 8주에서 3주기로 줄인다고요, 점점 주기를? 한 주기가 overhaul 기간으로 보면 굉장히 긴 시간인데, 그 근거도 궁금증이 생겼습니다만,

어쨌든 이것은 시프트라든지 교육이라든지 KPS(한전KPS)가 하는지 모르겠는데요. 거기 maintenance에서 인적 오류가 없도록 하는 게 저는 핵심 조치라고 생각을 하는데, 하드웨어 쪽으로 치우친 것 같다는 생각이 들고요.

그다음에 값 이야기가 두 분, 위원장님하고 또 위원님 나왔는데요. 제가 말씀드리는 이유는, 유효숫자 아홉 자리면 진짜 정확해야 됩니다. Decay rate와 같이 정말 정확해야지 이런 값을 쓸 수 있는데, 한수원이 5.5×10^{-7} mSv 하니까, 또 KINS가 3.94×10^{-7} mSv. 이 mSv라는 단위는 해양 확산, 또는 대기로 치면 대기확산모델 이런 것을 해가지고 아까 우리 오전에도 나왔습니다만 레벨 III 코드를 가지고, 어쨌든 불확실이 굉장히 큰 그런 계산 영역이에요.

그런데 한수원이 5.5×10^{-7} mSv/y 이렇게 하니까, 저는 이 값을 유효숫

자 아홉째 자리까지 정확하게 값을 냈기 때문에 거기에 대한 의구심이 있었습니다. 아카데미한 관점에서,

그런데 주민 설득용으로 필요는 한 것 같은데, 수준을 이렇게 하면 저는 이게 신뢰성이 떨어진다고 봅니다, 저 개인적으로 생각합니다. 이게 단위가 벵크렐(Bq)도 아니고 밀리시버트(mSv)면 물고기들이 먹고, 물고기들을 또 사람이 먹고 이런 과정을 밟아야 나오는 값인데 이런 불확실한 값을, 이렇게 중요한 페이지에 값을 유효숫자 자리 실었다는 데 대한 코멘트였거든요.

저는 김군태 위원님이 제시한 총량 있죠, 총량. 몇 Bq이 나갔는지, 굉장히 미묘한 양이다, 그런 정도까지가 저는 limit인 것 같아요. '이것은 너무 많이 지나간 것이다.' 그런 생각이 듭니다.

○위원장 유국희 뭐 설명할 게 있으세요?

○임하얀 (한국원자력안전기술원 방사선·폐기물평가실) 안녕하세요, 방사선·

폐기물평가실에서 주민선량을 담당하고 있는 임하얀입니다.

위원님께서 말씀하신 사항이 “마이너스(-) 7승으로 평가된 것이 과연 정확한 것이냐?”라는 말씀을 하셨는데요.

한수원은 매년 법 제104조(환경보전)에 의해서 환경영향평가를 실시하고 그 자료를 공개하고 있습니다. 그것은 정상 계획 중에 나가는 배출량이고요. 배출의 양과 그 배출로 인한 평가 결과를 제시하고 있습니다.

그래서 매년 배출되는 양에 따른 선량평가를 보면 액체선량에 관련해서도 호기별로 마이너스 6승 수준으로 평가되고 있고, 그 수준은 한수원에 서도 동일하게 나오고 저희 KINS에서도 검증한 결과 동일한 수준임을 말

씀드리겠습니다.

○**위원장 유국희** 제무성 위원님 잠깐만요.

이 부분은 더 이상 논의하지 않겠습니다. 왜냐하면 시각의 차이예요. 뭐가 옳고 그르다고 저도 생각하지 않습니다. 바라보는 관점에서 불확실성을 얼마나 감안해서 할 것이냐의 문제잖아요. 미미하다고 하면 한쪽에서 공학을 하시는 분들이, 더군다나 과학적 안전성을 하시는 분들이 ‘미미하다.’가 뭐냐고 합니다.

그러니까 이 부분은 더 이상의 논의는 의미가 없을 것 같고요. 그런 부분들을 잘 감안해서 KINS에서 정리를 해 주시면 될 것 같고요.

그 외에 추가로 혹시 뭐 말씀하실 게 있는 분 있으신가요?

○**임승철 위원** 끝내시죠. 위원님들 생각은 다……

○**위원장 유국희** 위원님들 재발방지대책 관련된 의견을 주셨습니다.

사실은 시사성이 있고, 조금 저희가 고민해야 될 부분들이 있는 것들이 있어요.

그래서 오늘 위원님들 의견 주신 부분이 있기 때문에 중장기적으로 검토를 하는 부분은, 한수원도 마찬가지로 그런 관점에서도 한번 짚어주시고, KINS도 Follow-up 하면서 그런 부분들을 같이 짚어주시길 바라겠습니다.

특히 그야말로 재발방지를 위해서 근원적인 대책으로 수립을 하는데, 그게 또 다른 문제가 야기되면 안 될 것이고요. 과도하지 않게, 그렇게 검토를 해서 현장감 있게 보완이 될 수 있게, 그렇게 해 주시길 부탁드립니다.

가능하시겠죠?

○**김민철 (한국원자력안전기술원 원자력검사단장)** 네, 그렇게 하겠습니다.

IV. 폐회선언

○위원장 유국희 오늘도 장기간 논의하시느라고 고생을 많이 하셨습니다.

간사께서는 다음 회의 안내 부탁드립니다.

○간 사 (기획조정관 손명선) 차기 회의는 9월 26일, 목요일 10시 반에 개최 예정입니다.

○위원장 유국희 9월 26일 날 다음 회의를 개최하도록 하겠습니다.

논의하느라고 고생 많으셨습니다.

○김군태 위원 끝내기 전에,

○위원장 유국희 네.

○김군태 위원 아까 제1호 안전 할 때도 살짝 언급을 했지만, 지금 계속운전과 관련해서 심사 현황이랄까 이런 것들을 한 번 조만간 보고를 듣고 싶고요.

왜냐하면 고리 2호기는 지금 이미 설계 수명이 만료된 지가 1년이 넘은 상황이고, 고리 3호기도 9월 28일이면 설계 수명이 만료가 되는 상황이에요. 그런데 둘 다 2021년, 2022년에 제출돼 있기 때문에 2년이 다 지났거든요.

그런 상황에서 아직 심사 결과, 심사 현황이라든지 이런 것들을 모르고 있다는 것이 말이 안 되는 것 같아서, 결과가 아니더라도 심사 현황을 보고해 주시면 좋겠고,

이것과 맞물려서 지금 사고관리계획서도 마찬가지인데, 사고관리계획서는 제가 얼핏 듣기로 전문위원회 보고 절차를 진행한다고 들었습니다.

그런데 전문위원회 보고 절차가 끝나고, 그러고 나서 또 우리 위원회에 보고를 하게 되면 시기적으로 너무, 계속 늘어지는 감이 있기 때문에 전문위원회 보고 절차가 시작될 무렵에 위원회에도 같이 보고를 해 주시면 시간을 단축할 수 있고, 서로 봐야 될 관점에 대해서 커뮤니케이션도 할 수 있지 않을까, 그런 생각이 듭니다.

그래서 두 번째가 사고관리계획서 관련된 내용도 미리 보고를 해달라는 말씀을 드리고,

또 한 가지는, 제가 이것을 의안 제안을 할지, 말지 고민을 하고 있는데, 신한울 3·4호기 심사를 하면서 기술기준에 대한 논의가 있었어요, 그 위상과 그 체계에 대해서.

저도 법을 찾아보니까 법에도 ‘허용기준, 안전기준, 기술기준’ 이렇게 막 혼재돼서 사용하고 있더라고요. 그래서 이런 부분들을 한번 정리를 해서 기술기준이라는 것이 의미가 어떤 것이고, 그다음에 그것 하위에서 사용하고 있는 KINS의 규제기준 지침, 규제지침은 어떤 의미를 갖고 있는지, 그다음에 심사지침은 또 어떤 의미를 갖고 있는지를 체계적으로 정리를 해두면 좋겠다는 생각이 들고,

그렇게 돼야 앞으로 계속운전 심사나 사고관리계획서에 대한 검토를 할 때 기준에 대해서 혼란을 겪지 않고 클리어하게 진행될 수 있지 않을까, 그런 생각에서 세 가지 정도 제안을 드립니다.

○**위원장 유국희** 첫 번째 계속운전 심사 현황에 대해서는 원장 직무대행님 어떻게, 가능하실까요? 정리해서 보고를 한 번 해 주실 수 있나요?

○**황태석 (한국원자력안전기술원장 직무대리)** 지금 아시는 것처럼 계속운전

관련돼서 5개 사업이 동시에 진행되고 있고요. 김군태 위원님 말씀하신
고리 2호기가 제일 먼저 시작됐고, 고리 3·4호기.

그래서 순차적으로 진행이 되고 있으나, 말씀하신 것처럼 심사가 착수
된 지 꽤 된 것에 대해서는 현황에 대해서는 보고를 할 수 있을 것 같은
데, 가장 최근에 들어와서 지금 Document review 중인 월성 2·3·4 이런
것은 아직 심사에 착수하지도 않았으니까,

그래서 지금 말씀하신 고리 2호기, 혹은 고리 3·4호기까지 포함한 그
정도는 현황에 대해서 보고할 수 있을 것 같고요.

다른 3개 사업에 대해서는 크게 진전 사항이 없다라고 하면 보고드리
는 게 크게 의미가 없을 것 같고요.

그리고 사고관리계획서도 잠깐 이야기 나온 김에 말씀을 드리면, 아마
전문위 보고가 마무리되기 전에 위원회에서도 같이 보고를 받고 싶으신
것 같은데, 사실은 전문위에 현황이나 이런 것에 대해서는 보고를 여러 차
레 드렸고,

제가 알기로는 다음 주 전문위원회에서 사고관리계획서에 대한 심사
결과를 보고드리는데, 이것은 노형마다 다 다른데 APR1400 노형에 대해서
는 심사가 끝났기 때문에 그것을 보고드릴 것이고, 아마 그러고 나서 위원
회가 잡힐 수 있겠죠. 시점으로 보면 다음 주 20일 날 보고를 하고, 아무
리 빨라도 26일 날 여기에 보고드릴 수 있을 테니까,

그런데 다른 노형에 대해서는 사무처랑 협의를 해 봐야 될 것 같고요.
현재 가장 많이 진행된 APR1400은 그런 상황입니다.

○위원장 유국희 필요한 범위 내에서, 가능한 범위 내에서 개괄적으로라도 한번

보고를, 정리되는 대로 보고를 해 주십사 하는 말씀을 드리고요.

우리 ‘기술기준, 허용기준’ 이 부분 있지 않습니까. 이 부분은 저는 단계를 나눴으면 하는 생각이 들어요. 왜 그 말씀드리느냐면, 일종의 용어의 정의 문제인데, 김군태 위원님 말씀하신 것에 앞으로 우리가 논의하는 것에 혼선이 있는 부분은 막고 싶어요. 그것은 앞으로도 논의하면서 계속 나올 문제라서.

그래서 맞냐, 틀리냐의 정의 차원은 조금은 논의가 저는 필요하다는 생각이 들어서, 그것은 조금 시간을 갖고 하고,

그전에 우리가 문서가 됐든, 아니면 저희들이 표현하는 것 중에 발언이 됐든, 이럴 때 어떤 용어에 대해서는 어떤 정의를 쓰자는 것을 단기로 저희가 약속을 하고, 그리고 가면 혼선은 덜할 것 같거든요.

그래서 그런 차원에서 우리가 쓰고 있는 기준과 관련돼서 할 수 있는 법령상 그리고 우리 그동안 문서상 나와 있는 용어를 짚 풀고, 그 각각에 대해서 이런, 이런 의미를 담아서 단기적으로 저희가 쓸 수 있는 definition으로 하는 것으로 하시면 어떨까요?

○**김군태 위원** 그것도 좋습니다. 일단 그렇게 해서 서로 사용하는 용어에 대한 공감대를 갖고, 그리고 그 내에서 미묘한 것들은 장기적으로 조정하는 것, 그것도 좋은 방법일 것 같습니다.

○**위원장 유국희** 그렇게 해서 준비를 한번 해 주시길 부탁드립니다.

가능하시죠?

장기간 논의하시느라고 고생하셨습니다.

○**김기수 위원** 위원장님, 제가,

○위원장 유국희 김 위원님.

○김기수 위원 얘기 나온 김에 제가 아까 물어보려고 했던 게 있어서,

계속운전 아까 보고해 주신다고 그래서, 지금 계속운전 허가 심사하고 허가하는 그런 시스템이 과거에 해오던, 우리 원안위 처음 발족된 때부터 지금까지 해오던 그 시스템에 대해서 사업자 쪽에서 불만이 있는 게 감지가 되고, 제가 볼 때는 이번에 또 계속운전 이 시스템에 대해서 학계에서 논의가 되는 것 같아요. 세미나도 최근에 있고,

그래서 여기에 대해서 우리 원안위에서 어떤 연구를 한다든지, 아니면 입법적이든 아니면 제도적이든 뭔가를 준비하고 있는 게 있는지, 그게 일단 궁금하고,

그다음에 두 번째는, 사업자 측에서, 우리 원안위원들이 전혀 모르니까 원안위에 혹시 사업자가 어떤 요청을 한 적이 있는지, 이런 것도 궁금해요.

왜냐하면 이런 계속운전 부분이 상당히 중요한 이슈인데, 거기에 대해서 지금 사업자나, 또 아니면 학계나, 또 우리 KINS나, 또 우리 원안위, 원안위 사무국(사무처)의 입장도 있을 것이에요.

그래서 이런 것들을 파악하고 있어야 되지 않겠냐 싶어서 일괄적으로 보고를 받았으면 하는 그런 생각이 듭니다.

그래야지 이해가 돼서 향후에, 어디 가서 원안위 위원인데 제가, 제가 잘 몰라서 드리는 말씀이에요. 제가 초보라서, 그러니까 알려주시면 감사하겠습니다.

○위원장 유국희 알겠습니다.

사안에 따라서는, 저희들 토론하는 이 안건으로 올려서 논의할 게 있을 것이고요. 사안에 따라서는 또 간담회를 통해서 이렇게 할 필요가 있을 것 같아요. 그것은 성격에 따라서 구분을 해서 준비해서 하도록 하겠습니다.

장기간 고생하셨습니다.

제200회 원자력안전위원회를 마치도록 하겠습니다.

수고하셨습니다.

(의사봉 3타)

(오후 3시 20분 폐회)