

위험도 정보 활용에서의 심층방어원칙 구현(具顯)에 관하여

On the Implementation of Defense-in-Depth Philosophy to the Risk-informed Applications

이창주, 성계용

한국원자력안전기술원

대전광역시 유성구 구성동 19

요 약

단일고장이나 안전 여유도 등 보수성을 기반으로 하는 전통적인 규제관행과 실제적인 이행에서 현실성에 초점을 두는 위험도 정보 활용 규제와의 규제적 일관성이 유지되는지 여부는 심층방어 철학적인 측면에서 양자가 결코 다르지 않다는 것을 확인함으로써 알 수 있다. 본 연구에서는 전통적인 접근방안을 고려하면서 사고 발생 억제에서부터 주민에 대한 방사선 보호까지의 사고전개과정에 관한 각 심층방어 단계별로 관여되는 위험도 정보의 고찰 요소들을 확인하였으며, 이런 심층방어 측면의 위험도 정보 요소들이 적절히 구현될 수 있도록 하는 위험도기준을 제시하였다. 또한 이 위험도기준을 반영하여 구축가능한 심층방어 체계로서 몇 가지 영역을 감안하여 실제 활용상 필요한 보다 상세한 위험도 허용기준을 제안하였다.

Abstract

In order to confirm whether the regulatory consistency is maintained in the relationship between the traditional practices and the risk-informed approach, it is necessary to identify that both are not different in view of the defense-in-depth (DID) philosophy, where the former is mainly based on the conservatism such as single failure criteria and safety margin, on the other hand, the latter is focused on the realism in the actual implementation. In this study, the attributes of risk insights are firstly identified for each DID level, which can be classified in the overall accident progression from the incident prevention to the ultimate public radiological protection. Risk criteria are provided for the implementation of these risk-informed DID attributes. In addition, more detailed risk acceptance criteria are suggested, considering some DID-related areas for the actual application of risk criteria.

1. 서론

원전 규제는 원전 가동으로 인해 우려되는 원전 주변 일반인의 건강과 안전에 대한 적절한

보호를 제공하는 것을 궁극적인 목표로 하고 있다. 여기서 원전의 현재 안전방벽은 과연 얼마나 적절한 주민 보호를 제공할 수 있는지 평가해야 하는 문제가 발생하며, 이 문제에서 가장 핵심적으로 고려하여야 하는 사항은 분석 결과에 내재되어 있는 불확실성에 관한 것이다. 현행 원전 규제는 설계, 건설, 시험, 운전 및 보수과정에서 이런 불확실성문제를 해결하기 위하여 심층방어와 안전 여유도 부여 원칙 등을 기반으로 채택하고 있다. 이런 규제입장은 원전 태동기부터 지금까지 일관되게 유지되어 왔다.

한편 현재 미국 등 해외에서 활발히 추진되고 우리나라에서도 논의되고 있는 위험도 정보 활용 규제 (Risk-informed regulation)는 분석결과에 약간의 불확실성은 존재하지만 보다 정량적인 위험도 정보를 참조로 하여 인허가과정에서의 과도한 보수성을 배제하고 보다 진보된 규제 의사결정을 지원하여 전통적인 규제방식과의 조화 (Blended approach)를 통한 합리적인 규제를 그 목적으로 하고 있다. 사업자는 인허가 변경신청시에 필수적으로 심층방어원칙이 유지되는지 평가하도록 요구되고 있으며, 규제자는 완속되고 적절한 위험도분석이 수행된 것이 확인된다면 이 새로운 규제방식으로도 기존의 심층방어 원칙이 고수될 수 있을 것으로 믿고 있다.[1]

하지만 이런 신규규제의 목적이나 원칙이 적절히 구현될 수 있는지 논의하는 것은 차치하더라도 이의 도입으로 인해 심층방어원칙과 같은 기존의 절대적인 규제철학이 와해되거나 새로운 안전성문제가 유발될 가능성을 우려하는 목소리도 존재하고 있다. 따라서 본 연구에서는 PSA 등의 결과로 얻어지는 위험도 정보의 고찰사항(Risk insights)을 기반으로 현재 규제에서의 심층방어원칙을 어떤 식으로 구현할 수 있으며 부가적으로 필요한 기준들을 어떻게 설정하여야 하는지 제시하고자 한다.

2. 위험도 정보가 필요한 심층방어 요소들

심층방어 접근방안은 핵분열 생성물 누출에 대한 물리적, 절차적 또는 조직적인 방벽을 제공하는 현행 규제방안의 핵심으로서 제반 사고의 발생을 예방하고 그 결말을 완화시키기 위하여 다음과 같은 다단계 방어 목적들이 만족되도록 요구되어 왔다.

- 1) 비정상 운전 및 고장의 발생 가능성 억제
- 2) 비정상 운전 및 고장의 감지가능 확보
- 3) 설계기준내에서의 사고 제어
- 4) 중대사고 예방, 중대사고로의 진전과 완화를 포함하여 심각한 발전소 조건의 제어
- 5) 심각한 방사성 물질 누출시 방사선학적 사고결말 완화.

이와 같이 심층방어원칙 설정에 있어서는 사고 발생 가능성부터 제한하여 궁극적으로는 설계기준사고 혹은 노심손상 사고와 같은 환경으로의 방사선 누출을 유발할 수 있는 극단적인 사고들의 결말(Consequence)을 완화하여야 하는 중요성을 인식하고 있으며, 이에 따라 격납건물, 저인구 부지, 비상계획과 같은 사고 예방 및 완화와 연관된 심층방어 개념의 종합적인 분야로서의 특성들을 또한 지속적으로 강조하게 된다.

한편 위험도정보 활용 규제에서의 관점에서 보면, 각 방어 목적에 할당될 수 있는 제반 방어 요소의 적합성 또는 필요성에 관한 판단을 위해서는 안전성을 확보하기 위한 각 방어요소

에 대한 개별 능력의 확인과정에서 나타나게 되는 위험도 고찰사항을 반영하여야 한다.

첫 번째 심층방어 목적인 비정상 운전 및 고장 발생 억제단계를 만족시키기 위해서 전통적인 공학적 접근방안은 훈련이나 보수적 설계 또는 안전 여유도를 갖추도록 요구하고 있으며, 이를 PSA 또는 위험도 고찰관점에서 보면 초기사건을 어떻게 적절히 모델링하고 그 빈도를 평가할 것인가 하는 측면이 강조될 것이다.

두 번째 심층방어 목적인 비정상 운전 및 고장 감지 단계를 만족시키기 위해서 전통적인 접근방안은 각종 제어계통 및 방호계통의 점검과정을 필수적으로 요구하며, 이를 위험도 고찰관점에서 보면 초기사건 평가와 더불어 정비 유효성 (Maintenance effectiveness), 중속성 취급 등을 포함한 계통 모델링이 요구될 것이다.

세 번째 심층방어 목적인 설계기준내 사고제어 단계를 만족시키기 위해서 전통적인 접근방법으로는 하드웨어적인 공학적안전설비 뿐 아니라 소프트웨어적인 비상운전절차서를 갖추도록 요구하게 되며, 이를 위험도 고찰관점에서 보면 안전 및 비안전계통 이용불능도평가와 더불어 운전원 대응조치 및 사고경위 모델링이 적절한지 평가하는 사항이 포함될 것이다.

네 번째 심층방어 목적인 중대사고 예방, 중대사고 진전 및 완화 단계를 만족시키기 위해서 전통적인 접근방법으로는 중대사고 관리계획과 같은 사고완화 전략을 갖추도록 요구하게 되며, 이를 위험도 고찰관점에서 보면 RCS 및 격납건물 거동을 평가하는 대부분의 2 단계 PSA 모델이 포함될 것이다.

표 1. 심층방어 구현을 위한 전통적 접근방안과 PSA 적 접근방안

심층방어 단계	목적	전통적 접근방안	PSA 적 접근방안
1	비정상 운전 및 고장 발생 억제	훈련, 보수적 설계 또는 공학적 여유도 확보	초기사건 모델링 및 초기사건 빈도 평가
2	비정상 운전 및 고장 감지	제어계통, 방호계통 및 점검 과정 완비	초기사건평가 및 정비 유효성 평가를 포함한 계통 모델링
3	설계기준내 사고제어	공학적안전설비 및 비상운전절차서 완비	안전 및 비안전계통 이용불능도평가, 운전원 대응조치, 사고경위 모델링
4	중대사고 예방 및 완화	중대사고 관리계획에서의 중대사고 예방 및 완화전략 확보	2 단계 PSA 모델 (노심손상을 포함한 방사능 누출 발생 가능성 평가)
5	방사성 물질 누출에서의 방사선학적 사고결말 완화	저인구 지역 부지, 소외 방재대책	3 단계 PSA 모델 (일반인 피폭가능성 및 Property 손상 평가)

마지막 심층방어 목적인 방사성 물질 누출에서의 방사선학적 사고결말 완화단계를 만족시키기 위해서 전통적인 접근방법으로는 보다 더 인구가 적은 지역의 부지가 강조되며, 주변 주민에 추가적인 심층방어적인 보호를 제공하기 위하여 소외대책 등의 비상대응능력이 요구된다. 한편 이를 위험도 고찰관점에서 보면 부지 특성과 소외대응을 실제적으로 모델링하고 주민 피폭량과 물질적 재산손상 (Property damage)을 평가하는 대부분의 3 단계 PSA 모델을 필요

로 할 것이다. 표 1에는 각 심층방어 단계별로 구현되는 각 접근방안들을 정리하여 제시하였다.

PSA 적 접근방안을 토대로 개별 심층방어 요소의 중요성을 따지고 그 이행결과를 해석하는데 있어 자료의 이용성, 공학적 전문가 판단의 개입, 불완전한 기술수준 등으로 인해 항상 불확실성문제가 본질적으로 과생된다.[2] 하지만 어떤 기술적 현안에서 관련 규제 입장이 만족되는지 확인할 수 있으려면, 불확실성이 어느 정도 수준인가 논의하는 것은 유보하더라도 미지의 불확실성을 어느 정도 감안하여 정량화된 심층방어 요소들의 지표(measure)가 존재하여야 한다. 이 지표를 우리는 일반적으로 위험도기준(Risk criteria) 또는 안전목표(Safety Goal)라고 부른다. 역으로 어떠한 심층방어 단계와 정성적/정량적 기준이 있어야 하는지 결정하는 데에는 정량화된 불확실성의 정보가 도움을 줄 수 있을 것이다.

다른 한편으로는 위험도를 보다 실행 가능한 수준까지 정량화함으로써 고찰사항, 즉 Risk insights 을 얻는 것은 관련 심층방어의 단계별로 필요한 요소들이 무엇인지 보다 명확하게 만들 것이다. 정성적/정량적 위험도기준을 설정하기 위해서는 다시 심층방어적인 관점이 요구되지만 전통적 접근방식이건 위험도 고찰적인 접근방식이건 간에 각 관련 변수, 모델 및 완결성에 관한 불확실성을 감안하여 충분한 안전 여유도를 확보하도록 요구하고 있으므로 이를 참고하여 적절한 기준을 설정하면 될 것이다.

3. 심층방어원칙 구현을 위한 위험도기준

특별히 강조하자면 위험도를 정량적으로 추정하는 기술현황에 비추어 내재된 제한성 때문에 정량적 위험도기준이 설정된다고 해도 이는 분명히 기존의 규제를 대체하는 것이 아니다. 또한 위험도기준은 각 지표별 특징을 바탕으로 적절한 수준에서 설정되어야 한다.[2] 이를 염두에 두면서 더불어 2장에서 제시된 각 심층방어 단계별 요소들이 적절히 구현되는지 확인하는 것을 지원하기 위한 정량적 위험도기준 또는 정량적 안전목표로서 각 심층방어 단계별로 다음과 같은 사항들이 제시될 수 있다.

정량적 보건목표

단계 5의 심층방어 목적 달성을 위한 정량적 보건목표로서 원전 인근 평균 주민 개인이 원전사고로부터 받을 수 있는 초기사망 위험도는 기타 사고에 의한 전체 초기사망 위험도의 0.1 %를 초과하지 않아야 하며, 원전 주변지역의 주민 집단이 원전 운전으로 인해 받을 수 있는 암사망 위험도는 기타 원인에 의한 전체 암사망 위험도의 0.1 %를 초과하지 않도록 한다.[3]

중대사고 대비 원전 성능목표

현재 가동중인 원전에 대해 연간 만 분의 일 ($10^{-4}/\text{yr}$) 보다 작은 노심손상빈도(CDF)는 사고예방적인 측면의 규제 의사결정에 있어 매우 유용한 지표이며, 이와 유사하게 연간 십만 분의 일 ($10^{-5}/\text{yr}$) 보다 작은 조기 대량 방출빈도(LERF)는 중대사고 예방과 완화를 위한 균형있는 대응설비와 적절한 사고관리조치가 갖추어져 있다는 확신을 주는데 도움을 주는 유용한 지표로서 널리 알려져 있다.[4,5] 따라서 단계 4의 심층방어 목적 달성을 위한 정량적 원전 성능목표로서 상기의 수치를 갖는 노심손상빈도와 조기 대량 방출빈도를 설정한다. 간혹 신규로 도입되는 특별한 안전개념을 갖춘 원전에 대해서는 이보다 강화된(예로서 10배 정도) 수준의 지표가 요구될 수 있다. 평가는 인증(certification)된 방법론을 적용하여 그 결과가 여기서 언급된 노심손상빈도 등의 위험도기준을 만족하는지 보여야 하며, 항상 그 분석범위를 보다 포괄적으로 다루어야 한다.

보조 원전 성능목표

단계 4의 심층방어 목적 달성 지원을 위한 보조적인 원전 성능목표로서 단일 사고경위는 총 노심손상빈도의 10분의 1 ($1/10$)을 초과하지 않아야 한다. 또한 특별한 안전개념을 갖춘 원전에 대해서는 격납건물 손상빈도가 평균 노심손상빈도의 10분의 1 ($1/10$)을 초과하지 않도록 설정한다.[6] 이는 원전이 특정 사고에 좌우되지 않는 균형있는 설계를 제공하게 할 것이다.

안전계통/기기 신뢰도목표

단계 3의 심층방어 목적 달성 지원을 위한 원전 성능목표로서 주요 안전계통은 적절한 사고완화능력(Mitigating capability)을 제공하기 위하여 정상 출력중 과도상태에서 평가될 때 천 분의 일 (10^{-3}) 보다 작은 고장확률의 신뢰도(이용불능도)를 가져야 한다. 이는 일반적으로 다중 계열(Multiple train)을 갖는 계통의 경우 대부분 성취할 수 있는 신뢰도 수준을 감안한 것이다. 2차측 잔열제거를 위한 비상급수 기능의 경우는 특별히 만 분의 일 (10^{-4}) 보다 적은 고장확률의 신뢰도를 가져야 한다.[7] 혹은 발전소별로 이에 상응하는 이용불능도 지표를 개발하여 적용할 수도 있다. 이때 이용불능도 지표는 위험도 관점에서 중요한, 즉 위험도감소가치(RRW) 또는 위험도증가가치(RAW)의 중요도(Importance)가 큰 계통과 기기에 대해 개발되어야 한다. 주요 운전원조치 신뢰성에 관한 지표는 별도로 정하지 않는다.

기타 성능목표/기준

초기사건들은 표 2에서 제시된 바와 같이 다양한 발생 가능성(Likelihood)을 갖기 때문에 일률적인 단일 기준을 설정하기 어렵다.[8] 따라서 단계 2 및 단계 1의 심층방어 목적 달성 지원을 위한 원전 성능목표/기준은 별도로 설정하지 않는다. 단, 실제적인 정비 유효성 평가나 사건 평가를 위한 별도의 심층방어체계를 갖추도록 한다.

원전 성능 확인을 위한 보조 목표는 사고 예방과 완화의 조화를 이루는 적절한 심층방어 원칙을 고수하도록 도와준다. 다시 말하자면 단계 5의 안전목표인 일반인의 보건영향 평가와

같은 위험도분석을 수행하는데 있어 상당히 복잡하고 기술적으로 해결하기 어려운 불확실성이 존재하기 때문에 정량적인 보건목표와 근사한 내용으로 성취할 수 있는 상기 원전 성능목표 또는 보조적 목표의 사용이 필요하다. 또한 이를 통한 규제 의사결정은 원전의 현행 인허가 기준에 대한 변경신청사항의 위험도분석 결과를 평가하는 과정에서 유용하게 적용할 수 있다. 특히 발전소 고유하게 원전 성능목표를 적용할 경우 주의하여야 할 사항은 그 결과의 해석에 있어 분석가정사항이나 모델링 수준 등의 분석기반의 특정 차이점을 간과하지 말아야 한다는 것이다.

표 2. 초기사건의 발생 가능성(Likelihood) 예시

등급	예상 발생 빈도	관련 초기사건 예
1	> 1 per 1-10 yr	원자로 정지/일반 과도사건 급수 상실 유발 사건 기기 냉각수상실
2	1 per 10-10 ² yr	소외전원 상실 격납건물 외부 주증기관 파단
3	1 per 10 ² -10 ³ yr	증기발생기 세관 파단 PORV 개방 고착 RCP 밀봉파손 등에 의한 소형 LOCA
4	1 per 10 ³ -10 ⁴ yr	소형 LOCA 중형 LOCA
5	1 per 10 ⁴ -10 ⁵ yr	대형 LOCA
6	< 1 per 10 ⁵ yr	ATWS (Anticipated Transient w/o Scram) ISLOCA (Interfacing System LOCA) 원자로용기 파단

4. 위험도 정보를 반영한 심층방어체계 설정

규제 또는 안전성 검증을 위한 위험도 정보는 IPE/IPEEE 등과 같은 표준화된 PSA 평가모형을 갖춘 상태에서 도출되는 것이 바람직하며, 이는 규제자가 정량적인 위험도 고찰사항을 확보하는데 있어 기반이 된다. 표 1에 제시된 심층방어 단계 1 내지 단계 4에서 언급된 PSA 적 접근방안을 실현할 수 있도록 관련 심층방어 체계를 갖추기 위한 제도나 인허가기반을 구축하는 방안을 생각해 보면 그림 1에서 보이는 것과 같이 크게 4가지 영역을 구분할 수 있다.

첫째는 운전중의 기기나 계통 이력/경험을 충분히 확보하고 활용하는 것이다. 이 영역에 위험도 정보/고찰이 적용되는 이유는 그 정보 자체가 과거 회상적(Retrospective) 측면보다는 미래 예측적(Forward-looking) 측면을 제공할 수 있기 때문이다. 관련 사례로서는 미국 NRC의 정비규정(Maintenance rule)과 위험도 정보를 토대로 한 성능지표(Performance indicator) 또는 이를 바탕으로 하는 원자로감독과정(Reactor Oversight Process)을 들 수 있다.

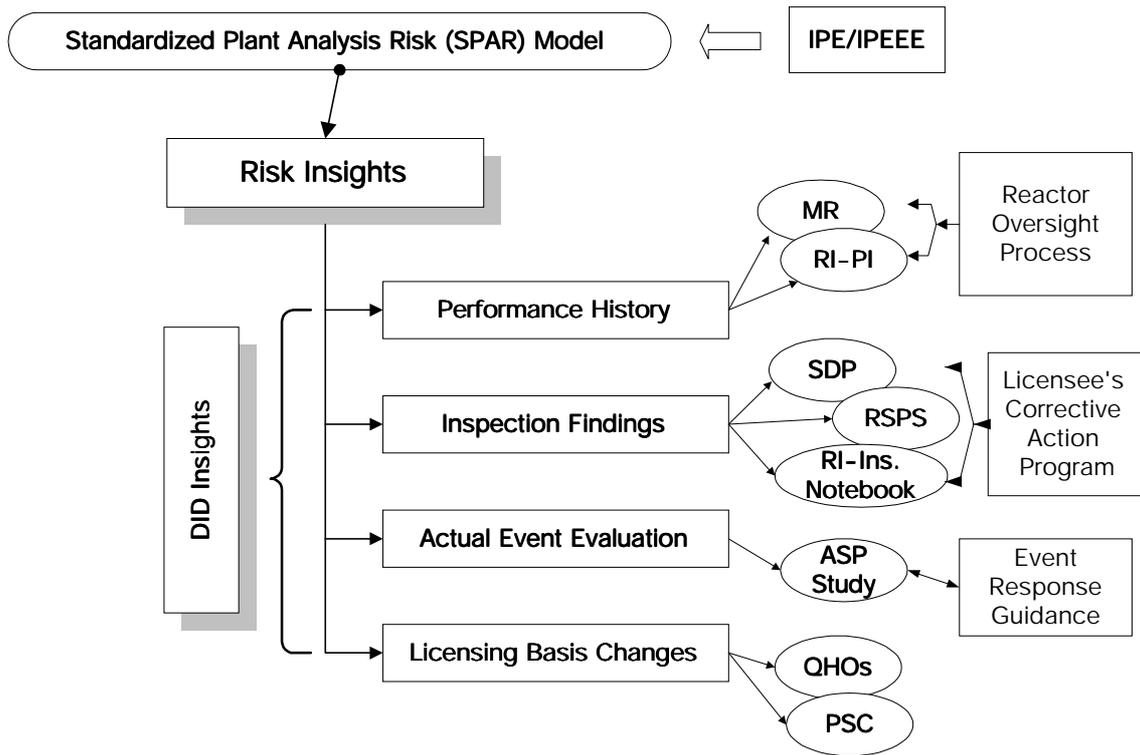
두 번째 영역으로는 검사 등의 행위를 통해 현장 문제점을 확인하고 시정조치하게 하는 것이다. 이에 대한 위험도 정보와 고찰이 적용되는 사례로서는 미국 NRC의 검사지침 “중대성 결정과정(SDP)” 절차서와 현장검사참고서(Risk-informed Inspection Notebook)를 들 수 있다.[8] 이 절차서와 참고서는 초기사건, 사고 완화계통 및 방벽의 범주에서 실제 발전소 배열상태의 변화로 인해 위험도관리에 중대한 영향을 줄 수 있는 사안들을 다루는 필수적인 방법과 과정을 기술하고 있다.

세 번째 영역은 현장에서 발생하는 실제 사고와 사건을 확인하고 평가하는 것이다. 이 부문에 대한 위험도 고찰이 적용되는 사례로서는 미국의 사고경위 전조(Accident sequence precursor) 분석절차와 각종 사고대응지침을 들 수 있다. 이 절차와 지침은 두 번째 영역과 마찬가지로 위험도 중요성을 토대로 하여 초기사건과 사고 완화계통의 거동을 다루는 필수적인 방법과 과정을 포함하고 있다.

네 번째 영역은 현장에서 제기되는 현재 인허가기준의 변경신청사항의 타당성을 확인하고 평가하는 것이다. 이 부문에 대한 위험도 정보/고찰이 적용되는 사례로서는 무수히 많이 있으나 대표적으로 기술지침서의 허용정지시간 변경, 가동중시험 대상의 변경 등을 들 수 있다. 이 영역의 문제를 원활히 취급하기 위하여 본 논문의 3장에서 제시된 위험도기준이 필수적으로 고려된다. 하지만 3장에서 제시된 위험도기준만으로 이 영역이나 연관된 다른 영역들의 의사결정문제를 포괄하는 것은 무리가 있으므로 보다 상세한 위험도정보 활용기준이 준비되어야 한다. 별도로 규제 의사결정 측면에서 제안될 수 있는 기준은 표 3과 같다.

표 3. 상세 위험도 정보 활용기준

기준	내용	활용 가능 분야
노심손상빈도 변화치 (Δ CDF)	기준되는 평균 노심손상빈도에서 변경신청사항의 영향으로 변화된 수치	거의 모든 분야
조기대량방출빈도 변화치 (Δ LERF)	기준되는 평균 조기대량방출빈도에서 변경신청사항의 영향으로 변화된 수치	격납건물 건전성에 영향을 미치는 활용사안
조건부 노심손상 확률의 증가분 (ICCDP)	기준되는 평균 노심손상빈도가 주어졌을 때 보수점검 등의 원인으로 어느 일정 기간 실제 노심손상빈도가 변화된 누적 수치	허용정지시간 (AOT) 변경, 운전 허용여부 결정 (JCO) 등



DID: Defense-in-Depth
 SDP: Significance Determination Process
 RSPS: Risk Significant Planning Standards
 QHOs: Quantitative Health Objectives
 PSC: Probabilistic Safety Criteria
 ASP: Accident Sequence Precursor
 MR: Maintenance Rule
 RI-PI: Risk-informed Performance Indicator

그림 1. 규제제도/현안에 내재된 위험도 고찰사항과 심층방어적 고찰사항의 연계 흐름도

거의 모든 분야에서 참조될 수 있는 노심손상빈도 변화치(ΔCDF)는 좀 더 구체적으로 설정할 필요가 있다. 즉 기저 노심손상빈도를 3장에서 제시한데로 연간 만 분의 일 ($10^{-4}/\text{yr}$) 보다 작게끔 한다면 이 변화치의 허용기준은 다음과 같이 설정할 수 있다.

- 허용가능영역: 노심손상빈도 변화치(ΔCDF) $\leq 1.0E-5/\text{yr}$
- 허용불가능영역: 노심손상빈도 변화치(ΔCDF) $> 1.0E-5/\text{yr}$

한편으로 기저 조기대량방출빈도를 연간 십만 분의 일 ($10^{-5}/\text{yr}$) 보다 작게끔 한다면 이 변화치의 허용기준은 다음과 같이 설정할 수 있다.

- 허용가능영역: $\Delta LERF \leq 1.0E-6/\text{yr}$
- 허용불가능영역: $\Delta LERF > 1.0E-6/\text{yr}$

단, 노심손상빈도 변화치(ΔCDF)가 허용가능영역으로 $1.0E-5/\text{yr}$ 이하이지만 그 부근에 존재

하고 있다면 불확실성 등이 염려되어 허용 여부에 대한 의사결정판단에 회의적인 상황이 발생하는 경우 위험도 감소를 위한 별도의 노력을 요구할 수 있게 하여야 한다. 즉 상기 허용가능 또는 허용불가 영역은 규제 의사결정을 위한 절대적인 기준으로 취급되기 보다는 일종의 퍼지(Fuzzy) 영역 형태를 유지하면서 기저 노심손상빈도와 ΔCDF 를 참고로 적절히 융통성있게 적용하는 것이 바람직하다. 퍼지 영역에 포함되어 있는 위험도 정보 결과가 적절한지 확인하는 방안은 확률적 추정치에 가장 주요한 불확실성이 무엇인지 결정하기 위한 민감도분석을 수행하는 것이다. 민감도분석의 결과는 분석대상 변수를 지배하는 내재된 공학적 가정사항의 영향과 더불어 그 변수 변위의 범위를 보여줄 수 있어야 하므로 이를 파악하기 위한 충분한 내용을 갖추어야 할 것이다.

5. 결론 및 고찰

일반적으로 위험도기준은 의사결정의 상황이나 제반 조건을 감안하여 일관된 논리적 균형을 견지하고 심층방어원칙을 유지할 수 있도록 설정되어야 한다. 위험도기준 설정에 있어 이런 심층방어적인 접근은 원전 존재에 따른 일반인의 건강과 안전을 확보하기 위한 전통적인 규제관행과 일치하는 것이다.

본 연구에서는 기존의 전통적이고 공학적인 접근방안을 고려하면서 5가지의 심층방어 단계를 구분하고 각 단계별로 필요한 위험도 정보의 고찰 요소들을 확인하였으며, 이를 심층방어 측면에서 구현될 수 있도록 하는 위험도기준을 체계적으로 제시하였다. 또한 이 위험도기준을 반영하여 구축가능한 심층방어 체계로서 4가지 영역을 구분하고 실제 원전에서 활용상 필요한 보다 상세한 위험도기준을 제안하였다.

본 연구에서 심층방어적인 접근방안을 토대로 제시된 각 위험도기준은 차후 위험도 정보를 활용한 각종 인허가 변경요구사항에 대한 규제 의사결정 과정에서 보다 유용하게 쓰일 수 있을 것으로 기대된다.

후 기

이 연구는 과학기술부에서 시행한 원자력연구개발 중장기연구개발사업중 위험도기준규제기술 개발 과제的一部分으로 수행한 것입니다.

참 고 문 헌

1. An Approach for Using Probabilistic Risk Assessment in Risk-informed Decisions on Plant-specific Changes to the Licensing Basis, Draft Regulatory Guide DG-1110, US NRC, June 2001.
2. 이창주, 성계용, 원자력발전소 확률론적 안전기준치 설정에서의 불확실성 고찰, 2001 춘계학술발표회, 한국원자력학회, 제주대학교, May 24-25, 2001.
3. 중대사고대책(안), 한국원자력안전기술원, 2001.

4. Modified Reactor Safety Goal Policy Statement, SECY-01-0009, US NRC, January 22, 2001.
5. 김한철 외, 원자력발전소 안전목표 설정을 위한 고찰, '99 추계학술발표회, 한국원자력학회, Seoul, 서울대학교, October 29-30, 1999.
6. KINS/GR-215, 차세대 원자로 안전규제 기술개발 - 차세대 원자로 상세안전요건 개발(III-2), 한국원자력안전기술원, 2001. 2.
7. KINS-G-001, 경수로형 원자력발전소 안전심사지침서, 제 4 권, 제 10.4.9 절, 개정 2, 1999. 10.
8. NRC Inspection Manual, IMC 0609, Significance Determination Process, April 21, 2000.