

# 한국표준형원전의 격납건물종합누설률 시험 주기연장에 대한 리스크 평가

지문구 · 황석원<sup>†</sup> · 오지용

한국수력원자력(주) 한수원중앙연구원  
(2011. 4. 4. 접수 / 2011. 9. 30. 채택)

## Risk Assessment of Integrated Leak Rate Test(ILRT) Extension for Korea Standard Nuclear Power Plant

Moon-Goo Chi · Seok-Won Hwang<sup>†</sup> · Ji-Yong Oh

Nuclear Engineering & Technology Institute, Korea Hydro & Nuclear Power Co., Ltd  
(Received April 4, 2011 / Accepted September 30, 2011)

**Abstract :** An ILRT Interval for a nuclear power plant in Korea was extended from once in five years to once in ten years. Therefore, it is necessary to evaluate risk impact for ILRT interval extensions. In this paper, input data were generated for the reference plants, KSNP, using raw data such as meteorological data, population distribution data and source term data. And, using MACCS II code the risk impact assessment was performed based on the two methodologies of NUREG-1493 and NEI Interim Report. The risk impact derived from an ILRT interval extension was identified not to be significant. It is considered to apply this study and results to making an accident management plan and safety goal, and to the field of public acceptance.

**Key Words :** ILRT extension, offsite consequence analysis, MACCS II, Level 3 PSA

### 1. 서론

대부분의 표준형원전은 교과부 고시 2001-42호<sup>1)</sup>의 요건을 만족시켜, 격납건물종합누설률 시험(ILRT; integrated leak rate test) 주기를 기존 5년에서 10년으로 연장하였다. 주기연장과 관련한 리스크는 MACCS (MELCOR accident consequence code system) II<sup>2,3)</sup> 코드를 이용하여, 소외결말분석 결과로서 도출된 80 km 이내 확률론적 주민선량(PPD; probabilistic population dose)의 증가율과 조기대량방출빈도(LERF; large early release frequency)로 평가한다. 즉, ILRT 주기적 리스크 평가는 발전소의 주요인자의 변화(기상, 인구, 방사선원항 방출분율, 노심재고량 등)를 반영하고, 그에 따른 리스크를 평가하여 주기연장에 따른 리스크 변화량이 규제기관이 설정한 기준을 만족하고 있음을 확인하는데 그 목적이 있다. 리스크 평가 방법론은 미국 원자력규제기관에서 제시한 NUREG-1493<sup>4)</sup> 방법론과 NEI(nuclear energy insti-

tute) 방법론<sup>5)</sup>을 적용하였다. 리스크 평가 분석도구인 MACCS II 코드 수행을 위해서는 각각의 기상 자료, 인구분포자료, 방사선원항 자료들을 입력구조에 맞도록 구현하여야 한다. 기상자료의 경우는 원전 주변 기상탑에서 측정된 기초자료를 토대로 풍향, 풍속, 대기안정도, 강수량 등을 1년 동안 시간대별(8,760라인) 입력데이터를 구성하는데, 본 논문에서는 2009년 기상자료를 사용하였다. 인구분포자료는 통계청자료를 기반으로 발전소 반경 80 km까지 16방위별로 인구분포 입력 자료를 구성하여 적용하였다. 방사선원항 자료는 Level 2 PSA 수행결과<sup>6)</sup>를 활용하였으며, ORIGEN 코드 수행을 통한 노심재고량과 MAAP 코드 수행을 통해 도출된 방출분율 자료를 사용한다. 본 논문에서 제시한 방법론은 ILRT 주기연장을 위한 리스크평가 방법론이나, 실제 Level 3 PSA<sup>7)</sup> 분석과도 연관된다. Level 3 PSA 분석이란 격납건물로부터 방사선물질이 누출되었을 때, 인체 및 환경에 미치는 영향을 평가하는 것이다. 수행된 소외결말분석 결과 즉, 리스크평가 결과는 향후 가동중 원전뿐만 아니라 신규

<sup>†</sup> To whom correspondence should be addressed.  
swhwang@khnp.co.kr

원전에도 적용하여 Level 3 PSA 분야에서도 활용이 가능할 것이다. 또한 최근 국내 규제기관에서는 안전목표(safety goal) 수립을 위하여, 소외결말분석 결과로 도출될 수 있는 선량(dose)의 개념을 제한 목표로서 수립할 계획도 있다. 그리고 향후 국내 원전의 사고관리계획수립(accident management plan), 국민 수용성 제고(public acceptance) 및 원전주변 제한구역에 대한 재평가시에도 활용할 수 있을 것이다.

## 2. 리스크평가 입력자료 및 MACCS II 코드 분석수행

### 2.1. 리스크평가 입력자료

ILRT 주기연장을 위한 리스크평가시 중요한 입력 자료로는 원전주변 80 km의 인구분포자료 및 지역특성자료, 최신 1년 동안 기상자료, 생성되는 방사선물질의 양과 분율로 표현되는 노심재고량 및 방출분율 자료, 방출군(STC; source term category) 별 빈도 자료가 필요하다. 첫 번째로 기상자료의 경우, 표준형원전 부지 주변 기상탑에서 측정된 2009년도 풍향, 풍속, 강우량, 대기안정도, 시간 정보를 16방위(22.5°)별로 입력 자료를 구성하였다. Fig. 1은 2009년 최신 기상자료로 북풍이 우세하게 나타남을 알 수 있다.

두 번째로, 인구 및 지역특성자료는 표준형원전 반경 80 km(50 mile) 이내 전지역을 기상자료와 마찬가지로 16방위별로 10개 동심원지대로 구분된 160개의 단위지역으로 나누었다. 통계청 자료로부터 수집되어 구현되며, 인구 분포정도에 따라 리스크 주요 측정인자인 주민선량 및 확률론적 주민선량의 값을 증감시키는 변화인자로 작용하게 된다. 세 번째로, 리스크 평가를 위해 사고 상황을 특정

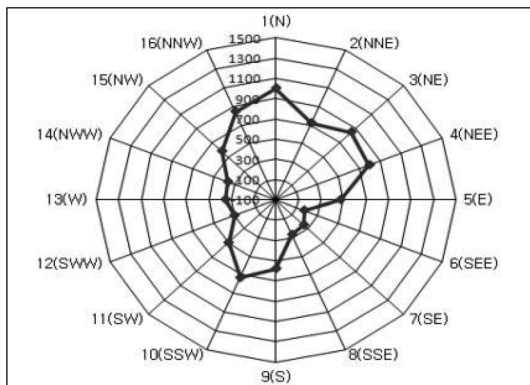


Fig. 1. Wind direction data for reference plant(KSNP).

짓는 방사선원항 변수가 필요한데, 여기에는 각 방출군에 대한 발생빈도, 방출시점, 기간, 에너지, 높이 및 분율이 포함된다. 본 리스크 평가시에는 표준형원전 Level 2 PSA 결과로 구해진 19개 방사선원항 그룹에 대한 방사선원항 자료를 활용하였다. Table 1은 MAAP을 이용하여 분석한 방사선원항 방출빈도를 보여준다.

### 2.2. MACCS II 코드 분석수행

본 논문에서는 리스크평가 도구로서 사용된 MACCS II 코드 수행을 위하여 다음과 같은 가정 사항을 적용하였다.

- 비상대응계획서 EPZ(emergency planning zone) 8 km를 적용하여 사고 후 8 km 이내의 주민은 모두 소개(evacuation)되는 것으로 가정
- 분석시 고려되는 피폭 경로는 plume에 의한 외부피폭과 침적 및 음식물섭취에 의한 내부피폭을 고려하였음
- 분석시 고려되는 피폭경로는 통과하는 plume에 의한 외부피폭, 지표상에 침적된 방사성물질에 의한 외부피폭 및 plume의 흡입, 음식물 섭취에 의한 내부피폭으로 나눌 수 있으며,

Table 1. Release frequency for source term using MAAP code

STC	Containment failure type	Frequency
STC 1	원자로용기파손전 노심용융물 냉각 격납건물 건전성유지	1.45E-06
STC 2	원자로용기파손 격납건물 비파손	2.14E-06
STC 3	조기격납건물파손(LEAK)	8.79E-09
STC 4	조기격납건물파손(RUPTURE)	1.18E-08
STC 5	후기격납건물파손(LEAK)	0.00E+00
STC 6	후기격납건물파손(LEAK)	1.27E-07
STC 7	후기격납건물파손(LEAK)	4.03E-09
STC 8	후기격납건물파손(LEAK)	1.20E-07
STC 9	후기격납건물파손(LEAK)	0.00E+00
STC 10	후기격납건물파손(LEAK)	1.82E-07
STC 11	후기격납건물파손(LEAK)	1.34E-09
STC 12	후기격납건물파손(LEAK)	1.41E-07
STC 13	원자로공동기초판 용융관통(BMT)	1.62E-07
STC 14	알파(α)모드 파손	3.70E-09
STC 15	원자로용기 파손전 격납건물 파손	1.01E-09
STC 16	격리실패	4.33E-09
STC 17	격리실패	6.80E-08
STC 18	저압경계부 냉각재상실사고(우회사고)	1.77E-09
STC 19	증기발생기세관파단사고(우회사고)	4.05E-07

- plume의 흡입에 의한 외부피폭은 흡입 후 50년간 장기별 가중인자가 적용된 유효선량임
- Plume 및 지표상에 침적된 방사성물질에 의한 외부피폭 선량환산인자와 호흡선량환산인자는 현 MACCS II 전산코드의 선량환산인자 파일에 내장된 기본값을 적용
- 수직확산계수는 Tadmor-Gur curves에 근거하여 계산식  $\sigma z = a \times b$ 에 근사한 결과를 얻기 위하여, 대기안정도에 따라 아래 Table 2에 제시된 값을 적용
- 대기중 방사성물질의 배출 정도, 기간, 에너지를, 높이와 건물크기는 기존평가에서 수행한 민감도 분석을 이용하여 보수적인 값을 가지도록 설정하였음
- 원전 반경 80 km 안에서 조기 및 지연 피폭으로 인해 받는 주민선량(population dose)을 기본 리스크 측정인자로 고려함
- 대기확산 및 침적자료는 기존 결과 및 미국 원자력규제기관의 권고치 적용
- 기상자료 표본 추출은 대표자료 추출법을 적용

상기 MACCS II 코드 수행을 위한 가정 사항을 기반으로 참조원전에 대한 방출군별(Source Term Category) 확률론적 주민선량을 계산하였다. 확률론적 주민선량은 Level 2 PSA의 방사선원항 분석에서 수행된 각 방출군별 사고확률과 MACCS II 코드 분석을 수행하여 도출한 주민선량과의 곱으로 정의된다(Table 3).

### 3. 리스크평가 결과

#### 3.1. NUREG-1493 방법론에 의한 리스크평가

NUREG-1493은 10 CFR Part 50 Appendix J에 규정된 격납건물 누설시험 요건을 성능에 기반한 규제요건으로 개정하기 위한 방법론에 대하여 기술하고 있다. 이 방법론을 적용하여 참조원전에 대한 ILRT 주기연장에 따른 리스크를 평가하였다. ILRT 주기연장에 대한 총 원자로 사고 리스크는 다양한 누설 경로의 기여도에 대한 합으로 표시되며, 리스크 정량화에 관한 식은 다음과 같다.

$$Risk(BL) = \Delta Risk(NL) + \Delta Risk(CF) + \Delta Risk(CB) + Risk(IF) \quad (1)$$

Table 2. Stability category based on Tadmor-Gur curves

대기안정도	a	b
A	0.00025	2.2150
B	0.0019	1.6021
C	0.2000	0.8543
D	0.3000	0.6532
E	0.4000	0.6021
F	0.2000	0.6020

Table 3. Probabilistic population dose for source term categories

방출군	사고확률	주민선량 (인·렘)	확률론적 주민선량 (인·렘/년)
STC 1	1.45E-06	1.03E+01	<b>1.49E-05</b>
STC 2	2.14E-06	2.47E+02	<b>5.29E-04</b>
STC 3	8.79E-09	1.10E+05	<b>9.67E-04</b>
STC 4	1.18E-08	2.43E+05	<b>2.87E-03</b>
STC 6	1.27E-07	6.94E+04	<b>8.81E-03</b>
STC 7	4.03E-09	1.75E+05	<b>7.05E-04</b>
STC 8	1.20E-07	6.95E+04	<b>8.34E-03</b>
STC 10	1.82E-07	9.54E+04	<b>1.74E-02</b>
STC 11	1.34E-09	6.10E+05	<b>8.17E-04</b>
STC 12	1.41E-07	9.48E+04	<b>1.34E-02</b>
STC 13	1.62E-07	5.51E+04	<b>8.93E-03</b>
STC 14	3.70E-09	1.88E+06	<b>6.96E-03</b>
STC 15	1.01E-09	1.56E+06	<b>1.58E-03</b>
STC 16	4.33E-09	2.93E+04	<b>1.27E-04</b>
STC 17	6.80E-08	2.32E+05	<b>1.58E-02</b>
STC 18	1.77E-09	1.05E+06	<b>1.86E-03</b>
STC 19	4.05E-07	1.04E+06	<b>4.21E-01</b>
합계	4.83E-06	7.31E+06	<b>5.10E-01</b>

- 여기서, BL = 기본 경우(Baseline)  
 NL = 정상누설(Nominal Leakage)  
 CF = 격납건물파손(Containment Failure)  
 CB = 격납건물우회(Bypass Containment)  
 IF = 격납건물격리실패(Isolation Failure)

식 (1)에서 격납건물 누설시험 요건 변경에 따른 리스크 변화는 단지 격납건물의 건전성이 유지되는 사고 시나리오로 인한 리스크 증가에만 기여하게 된다.

$$Risk(Alt) = [\Delta Risk(BL) - \Delta Risk(NL)] + \Delta Risk(Alt) \quad (2)$$

여기서, Risk(Alt) = 격납건물 누설시험 요건 변경에 따른 리스크

식 (2)는 단순히 현행 Appendix J 요건 하에서의 정상 누설과 관련된 리스크 기여도를 누설시험 요건 변경으로 인하여 증가된 리스크기여도로 대체한 것이다. 리스크는 확률과 결과의 곱으로 Risk(Alt)는 다음의 식 (3)과 같이 표현할 수 있다.

$$Risk(Alt) = [\Delta Risk(BL) - \Delta Risk(NL)] + \Delta Probability(Alt) \times Consequence(Alt) \quad (3)$$

참조원전에 대한 ILRT 주기연장에 따른 리스크 평가는 조기효과(early effect)에 대한 주민선량의 평균을 곱한 확률론적 주민선량을 기본경우로 선정하여 분석을 수행<sup>8)</sup>하였다. 또한 참조원전의 ILRT 주기연장시 누설미탐지확률 변경에 대한 영향을 고려하여 3%와 5% 누설미탐지확률을 고려하였다. 참조원전의 소외결말분석결과 기본 경우 리스크(80 km 이내 확률론적주민선량)는 5.1020E-01[인·렘/년]으로 계산되었다. 격납건물의 우회 혹은 파손을 포함하지 않는 격납건물 정상시 누설 시나리오(STC 1, 2)로 인한 리스크는 격납건물 누설률을 0.1(%/일)로 가정할 경우, 5.4352E-04(인·렘/년)으로 나타났다. ILRT 주기를 5년에서 10년으로 연장할 경우 발생하는 리스크영향은 주기가 연장됨으로 인해 누설 탐지 가능성이 감소하는 것으로 나타난다. 즉, ILRT에 의해서만 탐지되는 누설의 특정 크기는 변하지 않지만 시험간의 주기가 길어짐에 따라 누설탐지 확률은 변하게 된다.

현행 ILRT 주기인 5년에 1회 동안 누설이 탐지될 수 있는 평균시간은 2.5년(5년/2)인데, 주기를 10년에 1회로 연장하면 누설탐지평균시간은 5년(10년/2)으로 증가하여 2배의 증가를 가져온다. ILRT가 전체 시험 중 3%만을 탐지한다는 NUREG-1493의 연구결과를 적용하면, 전체적인 누설확률은 6%(2×3%) 정도 증가하게 된다. 식 (2)에 대입하여 참조원전의 ILRT 주기연장에 관련된 리스크를 아래와 같이 구한다.

$$Risk(KSNP) = [\Delta Risk(BL) - \Delta Risk(NL)] + \Delta Risk(\text{주기연장}) \quad (4)$$

여기에서, Risk(BL) = 5.1020E-01, Risk(NL) = 5.4352E-04이며, ΔRisk(주기연장)은 누설미탐지확률 3% 적용시 누설탐지시간의 증가분 2배를 곱하여 1.06 × 5.4352E-04이 되지만, ILRT에 의해 탐지되는 누설의 숫자가 작기 때문에, 보수적인 가정으로 실제 누설면적에 2배(2La, La는 최대허용누설량)의 면적을

고려하여 구하였다. 이 경우, 참조원전의 ILRT 주기연장에 의한 리스크 및 리스크 증가율은 다음과 같이 계산된다.

$$Risk(KSNP) = [5.1020E-01 - 5.4352E-04] + (2 \times 1.06 \times 5.4352E-04) = 5.1081E-01 \quad (5)$$

$$\%Riskincrease = [(5.1081E-01 - 5.1020E-01) \div 5.1020E-01] \times 100 \cong 0.11931\% \quad (6)$$

NUREG-1493의 리스크 평가방법에서 누설미탐지 확률 5% 적용할 경우, 전체적인 누설확률은 10%(2×5%) 정도 증가하는 것으로 계산된다. 따라서 누설 미탐지확률 5%를 적용한 ILRT 주기연장에 대한 리스크 및 리스크증가율은 다음과 같다.

$$Risk(KSNP) = [5.1020E-01 - 5.4352E-04] + (2 \times 1.1 \times 5.4352E-04) = 5.1086E-01 \quad (7)$$

$$\%Riskincrease = [(5.1086E-01 - 5.1020E-01) \div 5.1020E-01] \times 100 \cong 0.12783\% \quad (8)$$

Table 4는 참조원전인 KSNP 원전의 리스크 및 리스크 증가율을 비교한 표이며, 리스크 증가는 미미한 것으로 계산되었다.

### 3.2. NEI 방법론에 의한 리스크평가

NEI 방법론은 EPRI 리스크영향 평가 방법론과 NUREG-1493을 기반으로 하고 있으며, 해외 발전소에서 수행된 ILRT 주기연장 관련 분석 보고서 및 미국 규제기관에 제출한 다양한 문서들에서 제시된 접근 방법론을 기반으로 하고 있다. NEI 방법론 적용을 위한 참조원전의 리스크 정보는 Table 5에 나타내었다.

Table 4. Comparison of Risk(3%, 5%)

Internal Event, mean, 3%		Internal Event, mean, 5%	
STC 1	1.4935E-05	STC 1	1.4935E-05
STC 2	5.2858E-04	STC 2	5.2858E-04
Risk(BL)	5.1020E-01	Risk(BL)	5.1020E-01
Risk(NL)	5.4352E-04	Risk(NL)	5.4352E-04
Risk(KSNP)	5.1081E-01	Risk(KSNP)	5.1086E-01
Risk Increase	6.0874E-04	Risk Increase	6.5222E-04
Risk Increase rate(%)	0.11931	Risk Increase rate(%)	0.12783

Table 5. Risk Information of KSNP apply to NEI methodology

PSA	STC	Internal Event Frequency(/yr)	Total Event Frequency(/yr)	mean Population Dose (person · rem)	99.5% Population Dose (person · rem)	Internal Event Mean Annual Dose (person · rem/yr)	Internal Event 99.5% Annual Dose (person · rem/yr)
No CF	1,2	3.59E-06	1.87E-05	2.57E+02	1.17E+03	5.44E-04	2.47E-03
Iso Fail	16,17	7.23E-08	3.19E-06	2.61E+05	1.32E+06	1.59E-02	8.21E-02
ECF	3,4,14	2.43E-08	2.62E-07	2.23E+06	1.01E+07	1.08E-02	4.96E-02
LCF	5~13	7.37E-07	3.32E-05	1.17E+06	6.62E+06	5.83E-02	3.02E-01
CFBRB	15	1.01E-09	3.51E-09	1.56E+06	3.93E+06	1.58E-03	7.00E-03
Bypass	18,19	4.07E-07	9.72E-07	2.09E+06	9.99E+06	4.23E-01	1.92E+00
Sum		4.83E-06	5.64E-05	7.31E+06	3.49E+07	5.10E-01	2.36E+00

NEI 방법론 적용을 위해서는 Table 5의 정보를 활용하여 EPRI 사고등급으로 재분류해야 한다. 참조원전에 대한 EPRI 사고등급 재분류 결과는 Table 6과 같다.

Table 6에서 EPRI 사고등급 1,2,7,8의 빈도는 PSA 결과에서 바로 사용이 가능하며, 사고등급 3a(10La, small leak), 3b(35La, large leak)는 누설률로서 NEI 보고서에서 제시된 확률 0.027과 0.0027값을 사용하였다. Table 6의 정보를 바탕으로 NEI에서 발간한 ILRT 주기연장을 위한 리스크 영향 평가 방법을 참조원전에 적용하였다. Table 6의 정보에서 소량누설인 사고등급 3a와 대량누설인 사고등급 3b의 빈도를 다음과 같이 계산하였다.

$$\begin{aligned} \text{사고등급 } 3a &= 0.027 \times \text{Total CDF} \\ &= 0.027 \times 4.83E-06 \\ &= 1.30E-07(/yr) \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \text{사고등급 } 3b &= 0.0027 \times \text{Total CDF} \\ &= 0.0027 \times 4.83E-06 \\ &= 1.30E-08(/yr) \end{aligned} \quad (10)$$

따라서 사고등급 1의 빈도는 다음과 같이 재조정된다.

$$\begin{aligned} \text{사고등급 } 1 &= \text{기본빈도} - (\text{사고등급 } 3a \text{ 빈도} + \text{사고등급 } 3b \text{ 빈도}) \\ &= 3.59E-06 - (1.30E-07 + 1.30E-08) = 3.45E-06 \end{aligned} \quad (11)$$

격납건물 정상시 누설에 의한 선량(1La)이 2.57E+02(Table 5)이므로 사고등급 3a와 3b의 선량은 다음과 같이 계산된다.

$$\begin{aligned} \text{사고등급 } 3a &= 10 \times L_a \\ &= 10 \times 2.57E+02 \\ &= 2.57E+03 \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \text{사고등급 } 3b &= 35 \times L_a \\ &= 35 \times 2.57E+02 \\ &= 9.01E+03 \end{aligned} \quad (13)$$

상기의 계산과정을 거쳐 5년에 1회 ILRT 수행시 기본 사고등급별 빈도와 확률론적 주민선량(인 · 렘/년)을 구하면 Table 7과 같다.

NEI 방법론에 따르면 ILRT 주기를 1회/5년에서 1회/10년으로 연장 할 경우 누설탐지와 관련된 승수(multiplier)는 2가 되고, 1회/15년으로 연장시 3이 된다. 이 승수는 사고등급 3a와 3b의 빈도에만 영향을 미치게 되므로 승수를 사고등급 3a와 3b에 곱

Table 6. EPRI Accident Classification

EPRI Class	Frequency(/yr)	Dose(person · rem)	PPD(person · rem/yr)
1.No Failure	3.59E-06	2.57E+02	9.24E-04
2.Iso Fail	7.23E-08	2.61E+05	1.89E-02
7.Severe Accident	7.63E-07	4.96E+06	3.78E+00
8.Bypass SGTR	4.07E-07	2.09E+06	8.50E-01
Total	4.83E-06	7.31E+06	-

Table 7. Frequency and dose for accident class(3%)

Accident Class	Frequency(1/5 yr)	Dose(person · rem)	PPD(person · rem/yr)
Class 1	3.45E-06	2.57E+02	8.87E-04
Class 2	7.23E-08	2.61E+05	1.89E-02
Class 3a	1.30E-07	2.57E+03	3.36E-04
Class 3b	1.30E-08	9.01E+03	1.17E-04
Class 7	7.63E-07	4.96E+06	3.78E+00
Class 8	4.07E-07	2.09E+06	8.50E-01
Total CDF	4.83E-06	-	-

하여 주기연장시의 새로운 빈도를 구하고, 이 값을 이용하여 주기연장에 따른 리스크 즉, 확률론적 주민선량 변화를 계산하게 된다(Table 7). 현행 수행 기준인 5년에 1회에서 10년에 1회로 주기 연장할 경우, 승수를 고려하여 평가한 리스크(확률론적 주민선량) 증가율은 0.010%로 평가되었다. 리스크 증가율만 본다면 PSA에서 리스크 척도로 고려되는 CDF, LERF의 값도 인허가 변경 기준<sup>9)</sup>을 충분히 만족할 수 있을 것으로 판단된다.

#### 4. 결론

본 연구에서는 참조원전인 한국표준형원전에 대하여 ILRT 주기연장과 관련한 리스크 평가를 수행하였다. 리스크 평가 수행을 위해 미국 NRC에서 개발한 소외결말분석코드인 MACCS II 코드와 ILRT 주기연장 리스크평가 방법론인 NUREG-1493 및 NEI Interim Report에서 제시한 방법론을 실제 적용하여 평가를 수행하였다. 리스크 평가수행결과는 다음과 같다.

1) MACCS II 코드 수행을 위한 중요 입력자료인 기상자료의 경우, 풍향, 풍속, 강우량, 대기안정도 등을 조사하여 구성한 결과 주로 북풍이 우세한 경향을 보였으며, 16방위별로 10개 구간에 대하여 입력 자료를 작성하였다.

2) Level 2 PSA 분석결과인 방사선원항별 빈도에 MACCS II 코드를 수행한 주민선량을 곱하여 확률론적 주민선량을 도출하였으며, 그 결과 5.10E-01 (인·렘/년)로 계산되었다.

3) ILRT 주기연장시 NUREG-1493 방법론 적용시 3% 및 5% 누설미탐지확률에 대한 리스크 및 증가율을 도출하였으며, 주기연장을 하더라도 리스크 증가율은 미미한 것으로 나타났다.

4) NEI 방법론에 의해 3% 누설미탐지확률에 대하여 각각의 3a, 3b에 대한 빈도를 재계산하였으며, 이에 대한 리스크(확률론적 주민선량) 및 리스크 증가율을 계산한 결과 그 영향이 미미함을 확인하였다.

**감사의 글 :** 본 연구는 ILRT 주기연장된 기존 가동원전에 대한 리스크 재평가시 방법론 및 입력자료 구성에 활용이 가능할 것으로 판단되며, 향후 지속적인 리스크 관리 및 감시를 위해서도 유용할 것으로 판단된다.

#### 참고문헌

- 1) 교과부 고시 2001-42호
- 2) SNL, Code Manual for MACCS II Vol. 1, SAND97-0594, User's Guide, 1997.
- 3) USNRC, Code Manual for MACCS II : Preprocessor Codes COMIDA2, FGRDCF, IDCF2, Vol. 2, NUREG/CR-6613, 1998.
- 4) USNRC, Performance-Based Containment Leak Test Program, NUREG-1493, 1995.
- 5) EPRI, Risk Impact Assessment of Revised Containment Leak Rate Testing Intervals, EPRI TR-104285, 1994.
- 6) KHNP, 영광 3, 4호기 확률론적 안전성평가, 2004.
- 7) 박창규 등, 확률론적 안전성평가, 브레인코리아, 2003.
- 8) 서미로 등, 영광 1, 2호기 격납건물 종합누설률 시험 주기연장에 따른 위험도 평가, '05 전력연-단 027, TM.S01.P2005.027, 2005.
- 9) 원자력안전기술원, 원자로시설의 변경허가신청에서의 리스크정보활용 일반요건에 관한 기술지침서, KINS/GT-N24, 2007.