

## Risk-Informed ISI 방법론의 울진 4호기 적용 결과에 대한 고찰

### The Overview of Risk-Informed ISI Method to Piping Inspection for Ulchin Unit 4

홍승열, 김명기, 정백순, 박치용, 오해철, 서미로

한국전력연구원  
대전광역시 유성구 문지동 103-16

#### 요 약

원자력발전소 배관 가동중검사(ISI; Inservice Inspection)의 최적화를 위하여, 현재의 ASME Section XI 검사부위 선정 방법을 대신할 수 있는 위험도 정보를 이용한 배관 가동중검사 부위 선정 기술(RI-ISI)을 미국에서 개발하였으며, 이의 국내 적용을 위한 시범 연구를 울진 4호기를 대상으로 수행하였다. WOG (Westinghouse Owners Group) RI-ISI 방법론을 적용하였고, Class 1, 2 배관을 분석대상으로 하였다. 배관 파손 조건부 노심손상빈도와 배관파손확률을 함께 고려하여 배관부위별 위험도를 결정하고, 전체 배관 노심손상빈도를 기준으로 상대적인 위험중요도를 결정하였다. 배관부위별 위험중요도 분석 결과, 배관파손확률 및 기타 고려되어야 할 사항을 전문가패널에 상정하였으며, 전문가패널에서는 이를 종합적으로 검토하여 검사 대상 배관부위를 결정하였다. 본 논문에서는 울진 4호기에 적용한 RI-ISI 방법론과 울진 4호기 적용결과에 대하여 기술하였다.

#### Abstract

To optimize the inservice inspection of piping of nuclear power plants, which is performed currently according to ASME section XI requirements, risk-informed ISI method has been developed in U.S.A. And the pilot study for the application of RI-ISI method to piping ISI for Ulchin Unit 4 has been completed. RI-ISI method developed by Westinghouse Owners Group is adapted and the scope includes pressure boundary piping in class 1 and 2 systems and portions of systems. The risk importance of the segments are calculated based on the core damage frequency resulting and piping failure probability. The approach calculates the relative importance for each segment using total pressure boundary core damage frequency. The risk evaluation calculations for each segment, the segment failure probabilities and other considerations are presented to an expert panel. The panels review all risk informed selection results by utilizing their expertise to develop the final categories to be included for inservice inspection. RI-ISI methodology applied to Ulchin Unit 4 and the overall results are discussed in this paper.

## I. 서론

미국의 원자력산업계 및 규제기관을 중심으로 원자력발전소의 운영 및 정비에 위험도 정보를 이용하는 기술 (Risk-Informed Technology)을 폭넓게 활용하고 있고, 국내에서도 이미 수행된 몇몇 위험도기반 기술적용 사례를 비롯해서, 위험도정보의 활용이 점점 활성화될 것으로 예측된다. 현재 미국 원전에서는 위험도정보를 이용하여 배관 가동중검사 부위를 선정에 RI-ISI( Risk-Informed Inservice Inspection)가 가장 폭 넓게 적용되고 있다. 그 이유는 위험중요도가 높은 부위에 검사를 집중함으로써 가동중검사 물량을 최적화하는 이점으로 인해 산업체가 적극적인 자세로 추진을 하고 있을 뿐 아니라, 규제기관에서는 RI-ISI 방법론을 적용함으로써 발전소의 안전성을 향상시키거나 최소한 유지하면서 검사에 따른 종사자의 방사선 피폭을 줄일 수 있다고 믿기 때문이다.

## II. WOG Risk-Informed ISI 방법론 소개

WOG RI-ISI 프로그램 개발은 그림 1에 기술된 과정을 단계별로 수행한다.

### 1. 범위 선정 (Scope Definition)

RI-ISI 프로그램의 첫 번째 단계는 평가 대상 계통을 결정하는 것이다. Class 1, 2, 3 및 비안전관련계통 까지를 포함하는 전체적용과 Class 1 또는 Class 1 & 2 기기를 대상으로 하는 부분적용이 있다. 미국에서는 전체적용 뿐만 아니라 부분적용에 대해서도 Reg. Guide 1.174의 판정기준을 만족할 경우 승인해 주고 있으며, 분석 범위는 사업자가 경제적인 측면을 고려하여 결정하고 있다.

### 2. 배관 세그먼트 분류 (Segment Definition)

분석범위에 포함되어 있는 모든 용접부에 대하여 평가를 수행하는 것은 거의 불가능하므로, 위험도 관점에서 비슷한 배관 부위를 묶어서 배관 세그먼트를 분류하고 세그먼트 단위로 평가를 수행한다. 세그먼트를 분류하는 기준은 다음과 같다.

- 배관이 파손되었을 경우 위험도 평가 관점에서 같은 사고결말을 갖는 배관부위
- 흐름이 분기 또는 합쳐지거나, 배관 크기가 변경되는 배관부위
- 배관이 파손되었을 경우 격리될 수 있는 배관부위

### 3. 사고결말 분석 (Consequence Evaluation)

배관 압력경계파손으로 인한 안전성 관련 사고결말을 정성적으로 평가한 후, PSA 모델을 이용하여 노심손상빈도(CDF: Core Damage Frequency)와 대량조기방출(LERF: Large Early Release Frequency) 확률값으로 정량화한다. 배관 압력경계 파손으로 인한 피해는 직접피해(Direct Effects) 및 간접피해(Indirect Effects)로 구분하여 평가한다. 직접피해는 파손된 배관으로 인한 초기사건 또는 발전소 안전정지에 필수적인 계통의 기능 상실 등이고, 간접피해는 파손된 배관으로 인해 야기된 내부침수, Pipe Whip, Jet Impingement에 의해 전기 및 계측 기기의 기능상실을 유발하는 사고결말이다.

### 4. 배관파손확률평가 (Piping Failure Probability Assessment)

배관의 분절화(Segment Definition) 및 사고결말 분석(Consequence Evaluation)이 끝나

면, 배관파손확률 평가를 수행한다. 배관 압력경계파손으로 인한 사고결말을 갖는 배관 세그먼트에 한하여 배관파손확률을 평가한다. Westinghouse에서 개발한 배관파손확률 평가 전산코드인 SRRA (Structural Reliability and Risk Assessment) 를 사용하며, 발전소 설계, 운전, 보수 등 각종 정보에 근거하여 배관파손확률평가를 수행한다.

### 5. 위험도 평가 (Risk Evaluation)

배관 세그먼트의 위험도 관점에서의 상대적인 중요도를 결정하는 과정이다. 배관파손 시의 조건부 위험도와 배관파손확률을 함께 고려하여 계산된 노심손상빈도/ 대량조기방출빈도(CDF/ LERF) 값을 근거로 위험중요도 순위를 결정한다. 각 배관 세그먼트의 위험도 순위는 위험도 판단 인자인 RRW(Risk Reduction Worth) 값을 근거로 결정한다.

### 6. 전문가 패널

가동중검사 대상인 고 위험도 배관을 결정하기 위한 최종검토를 수행한다. 위험도 평가 결과 외에 배관파손확률, 결정론적인 고려사항, 발전소 및 산업체 경험 등을 고려하여 배관 세그먼트에 대한 최종 위험중요도를 결정한다.

### 7. 점검부위 선정

각 고 위험도 배관 세그먼트에서의 점검부위의 선정은 구조물, 기기 및 예상되는 손상 메커니즘에 대한 심도 있는 검토 후에 이루어진다. 점검부위 및 방법은 재료, 가동중 및 비파괴검사 전문가들로 구성된 검사부위선정 전문가 패널에서 결정한다.

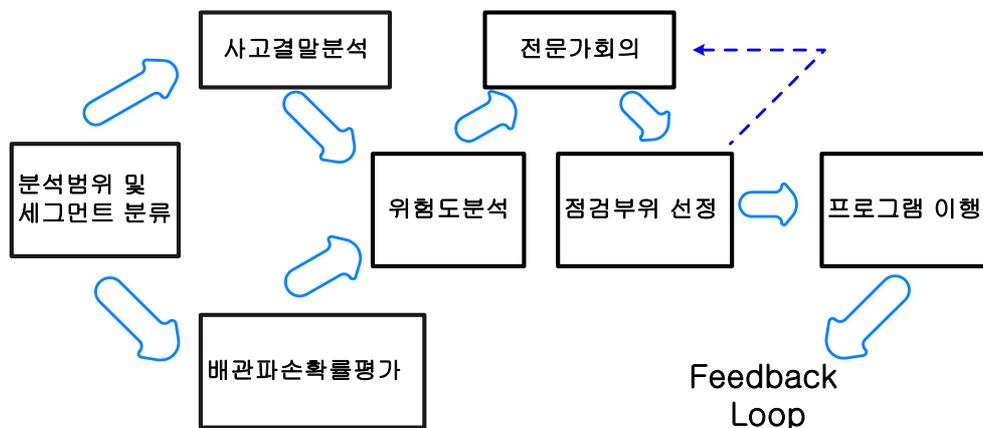


그림 1 WOG RI-ISI 수행 Flow Chart

## III. 울진 4호기 적용 결과 및 토의

### 1. 적용 방법론 및 분석 범위

미국에서 일반적으로 사용되고 있는 RI-ISI 방법론에는 EPRI 및 WOG 방법론이 있다. 울진 4호기에 적용한 방법론은 WOG 방법론이다. EPRI 방법론에 비하여 WOG 방법론은 정량적으로 위험도평가를 수행하여 정성적인 위험도평가를 수행하는 EPRI 방법론에 비하여 평가에 많은 시간과 인력을 필요로 한다. 하지만 WOG 방법론은 RI-ISI 프로그

램에 의한 검사부위 선정이 발전소 위험도를 유지하거나 혹은 감소함을 정량적으로 보여 줄 수 있고, 또한 RIR의 다른 분야 적용을 위한 기반기술을 확보할 수 있는 장점이 있다. 따라서 WCAP-14572, Revision 1에 기술된 방법을 근간으로 올진 4호기에 시범 적용하였다. 올진 4호기 시범적용에서는 Class 1, 2 배관을 분석 대상으로 하였다. 올진 4호기에 시범적용이 국내에 RI-ISI 방법론 적용하는 첫 번째 시도이기 때문에, 발전소 전체통을 대상으로 하지 않고 우선적으로 Class 1 및 Class 2 계통 배관을 분석 대상으로 하였다. 올진 4호기 30개 계통의 Class 1 및 2 계통 배관에 대한 분석을 수행하였다.

## 2. 올진 4호기 PSA 모델

본 분석에 사용된 PSA 모델은 올진 3,4호기 위험도 감시를 위해 개발된 모델을 기본으로 하였다. 올진 3,4호기 건설 단계에서 운전인허가 지원용으로 사용된 PSA 모델을 바탕으로 발전소 고유의 기기 신뢰도 자료 및 시운전 이후 주요 설계변경 내용을 반영하여 수정/보완한 모델이다.

## 3. 사고결말 분석

배관파손에 의한 위험도평가는 사고결말 분석 과정에 있어 배관 압력경계 파손으로 인해 노심손상은 직접적으로 유발되는 것과 간접적으로 유발되는 것으로 구분하여 평가하였다. 평가 대상 30개 계통의 Class 1, 2 배관을 1,918개 세그먼트로 구분하고 각각에 대하여 정성적인 분석을 실시하고, PSA 모델을 이용하여 정량적인 평가를 수행하였다. 아울러 배관 파손에 의한 간접피해도 평가하여, 직접피해와 합하여 정량하였다. 노심손상빈도는 아래의 수식으로 계산하였다.

### 가. 초기사건 사고결말

배관 파손으로 인해 단지 초기 사건만을 야기하는 경우에는, 영향을 받는 PSA 모델의 부분은 초기 사건이다. 주어진 배관 세그먼트에 대해 배관 파손으로 인한 노심손상빈도는 아래 식에 의해 계산된다.

$$CDF_{PB} = FR_{PB} * CCDP_{IE}$$

여기서,

$CDF_{PB}$  : 배관 파손에 대한 노심손상빈도

$CCDP_{IE}$  : 초기사건에 대한 조건부 노심손상확률

$FR_{PB}$  : ISI가 없다고 가정한 배관의 파손 확률

### 나. 완화 계통 사고결말

배관 파손으로 단지 완화계통의 고장만을 야기하는 경우, 배관 세그먼트에 대한 CDF는 다음 계산식에 따라 결정된다.

$$CDF_{PB} = FP_{PB} * \Delta CDF_{PB}$$

여기서,

$CDF_{PB}$  : 배관 파손으로부터의 노심 손상 빈도

FP<sub>PB</sub> : 배관 파단 확률

ΔCDF<sub>PB</sub> : 배관 세그먼트가 파손된 경우와 건전한 경우의 노심 손상 빈도 차이

#### 다. 초기사건과 완화계통손상 사고결말

배관 파손으로 초기 사건과 완화계통손상 둘 다를 야기할 수 있는 경우에 대한 노심손상빈도는 동시에 평가되어야 한다. 이 경우를 평가하는 방법은 모든 초기사건에 대해서가 아니라 배관 세그먼트 파손에 의해 발생할 수 있는 초기사건에 대해서만 정량화한다. 즉 대체기기의 항상 고장을 가정하고 해당 초기사건을 재정량화 한다. 즉 초기 사건과 계통 손상을 야기하는 배관 파손에 대해서는 다음 계산식을 사용하여 계산한다.

$$CDF_{PB} = FR_{PB} * CCDP_{IE,SEG=1.0}$$

여기서

CDF<sub>PB</sub> : 배관 파손으로부터의 노심 손상 빈도

FR<sub>PB</sub> : ISI가 없다고 가정한 경우의 배관 파손확률

CCDP<sub>IE,SEG=1.0</sub> : 실패로 가정된 완화 계통 기기를 가진 초기사건에 대한 조건부 노심 손상 확률

#### 4. 배관파손확률 평가

배관 파손확률 평가는 산업체 및 발전소 고유의 배관 파손 이력 및 기타 관련된 정보에 기반 하여 수행하였다. 배관 파손확률 평가는 웨스팅하우스가 개발한 SRRA 전산코드를 사용해서 수행하였다. SRRA 코드를 이용하여 울진 4호기 평가 대상 30 계통의 사고결말을 갖는 배관 세그먼트에 대하여 배관파손 확률을 계산하였다. SRRA 코드는 웨스팅하우스에서 사용자가 편리하게 입력할 수 있도록 개발된 배관손상확률 예측 프로그램으로 기술적 근간은 NRC에서 개발된 PRAISE 코드에 두고 있다. SRRA에서의 손상 메커니즘은 피로(High & Low Cycle), 응력부식균열, 감육(혹은 유체가속부식)에 기반을 두고 있다. 즉 설계 시 응력이 최대로 걸리는 용접부에서 배관이 파손될 확률이 아닌, 초기 균열, 진동에 의한 발전소 고유 운전 상황, 발전소 계통 특성, 정비이력, 검사 방법에 의한 신뢰성 확보 등을 추가로 고려한 피로, 응력부식균열 및 감육 손상 가능성을 기반으로 손상 확률을 계산하는 것이다.

#### 5. 위험도 평가

배관 세그먼트의 위험도 순위는 배관 파손으로 인해 발전소 노심손상빈도와 대량조기방출빈도를 분석하고 이를 바탕으로 위험도 순위를 결정하였다. 이를 위해서는 먼저 각 배관 세그먼트에 대한 조건부 노심손상빈도, 대량조기방출빈도와 또한 SRRA 코드로 계산된 해당 배관부위의 파손확률 값을 함께 고려하였다. 총 배관 압력경계 노심손상빈도와 대량조기방출빈도를 기반으로 각 배관세그먼트 마다의 위험도 감소 가치, 위험도 증가 가치 중요도를 구하여 배관의 위험도 순위를 결정하였다.

##### 가. 위험도 감소 가치(RRW)

위험도 감소 가치는 중요성 있는 기기의 이용불능도가 0일 경우(즉, 기기가 항상 이용 가능하고, 완벽하게 신뢰할 수 있다는 의미) 노심손상빈도가 얼마나 감소하는지를 측정

한다. RRW는 다음과 같이 계산된다.

$$RRW = CDF_{BASE}/CDF_0$$

여기서,

RRW : 위험도 감소 가치

$CDF_0$  : 기기 파손 확률이 0 일 때 노심 손상 빈도

$CDF_{BASE}$  : 기본 노심 손상 빈도

#### 나. 위험도 증가 가치(RAW)

위험도 증가 가치는 기기의 파손 확률이 1.0 일 때 노심손상빈도의 증가를 측정한다. 바꾸어 말하면, 위험도 증가 가치는 중요성 있는 기기가 고장이라고 가정할 때 노심손상빈도가 얼마나 증가하는가를 측정한다. 위험도 증가 가치는 다음과 같이 계산된다.

$$RAW = CDF_1/CDF_{BASE}$$

여기서,

RAW: 위험도 증가 가치

$CDF_1$  : 기기 파손 확률이 1.0 일 때 노심 손상 빈도

$CDF_{BASE}$  : 기본 노심 손상 빈도

#### 다. 불확실성 분석

조건부 노심손상빈도/대량조기방출빈도와 배관파손확률로 인해 저 위험중요도로 분류된 배관 세그먼트 중에서 고 위험중요도로 분류되어야 하는 세그먼트가 더 이상 없다는 것을 확증하기 위해서 불확실성분석을 수행한다. 이 불확실성 평가결과는 전문가패널에 제공되어진다. 불확실성 분석의 기본적인 이론은 다음과 같다. 점 추정치는 대수정규분포의 중앙값과 같고, 중앙값으로부터의 퍼짐 정도는 표준편차에 의해 정해진다. 관련 분포식의 표준편차는 아래 식을 사용해서 계산한다.

$$\sigma = \frac{\ln(\chi_{.95}) - \ln(\chi_{.50})}{\text{NORMSINV}(.95)}$$

여기서,

$\chi_{.95}$  : 대수정규 분포의 95% 값. 분석시 5, 10, 20의 인자 값이 사용된다. 인자는 점추정치 값에 의해 정해진다. 만일 점추정치가  $1E-04$  미만이면 인자 20이 사용되고,  $1E-02$  이상이면 인자 5가 사용된다. 그 외의 경우에는 인자 10이 사용된다.

$\chi_{.50}$  : 대수정규 분포의 중앙값 (중앙값은 1이 사용됨)

NORMSINV : 어떤 주어진 확률에 대한 표준정규누적분포의 함수

## 6. 전문가 패널

배관 세그먼트별 위험중요도 평가 결과와 결정론적인 고려 사항 및 운전, 정비 경험 등을 반영하여 가동중점검 대상 배관 세그먼트를 최종결정하기 위하여 전문가패널을 개최하였다. 전문가패널은 발전소 운전, 정비, PSA, 비파괴검사, 안전분석 등 관련 분야 전문가들로 구성하였다. 198개를 고 위험도 배관 세그먼트로 결정하였다. 198 개 고 위험도

배관 세그먼트 중에는 고 위험도배관으로 분류되어 상정된 것이 103개이며, 중간 위험도에서 27개가 검사대상 배관으로 분류되었으며, 저 위험도에서 68 개 배관 세그먼트가 검사대상으로 분류되었다.

### 7. 위험도 증감 평가 수행

전문가패널에서 고 위험도 배관 세그먼트로 분류되어 가동중점검 대상이 된 배관 세그먼트와 현재의 울진 4호기 1주기 장기가동중점검계획서의 검사부위를 포함하고 있는 배관 세그먼트를 기준으로 위험도 증감 평가를 수행하였다. 운전원 조치를 고려하지 않은 대량조기방출빈도 값이 저압안전주입계통에서 증가하여 9개의 세그먼트를 검사대상 배관 세그먼트에 추가하여, 207개 검사대상 배관 세그먼트를 확정하였다. 상세한 결과는 표 1에 기술하였다.

표 1 울진 4호기 ISI 와 RI-ISI 프로그램에서의 CDF/LERF 비교

경 우	배관 CDF/LERF (현재의 ISI)	배관 CDF/LERF (RI-ISI)
운전원행위 미고려 CDF	8.17E-07	5.99E-07
운전원행위 고려 CDF	2.77E-07	2.48E-07
운전원행위 미고려 LERF	2.20E-07	1.07E-07
운전원 고려 LERF	9.81E-09	4.78E-09

### 8. 검사부위 선정

모든 배관 세그먼트를 검사부위 선정 매트릭스를 이용하여 4개 구역에 할당하고, 각 구역별로 검사부위 선정 지침에 따라 검사부위를 선정하였다. 검사부위 선정 매트릭스 구역 1A에 포함된 세그먼트는 활성 손상 메커니즘을 가지는 배관 세그먼트이므로 모든 용접부를 검사 대상으로 선정하였으며, 구역 1B 및 구역 2에는 활성 손상 메커니즘을 가지지 않는 고 위험도 배관 세그먼트로 통계적인 신뢰도 모델인 Perdue 모델을 이용하여 검사량을 결정하였다. 구역 3에 포함된 세그먼트는 기 수행 중인 강화 프로그램의 관리를 받는 세그먼트가 포함되며, 그 외의 세그먼트에 대해서는 필요 시 발전소에서 별도의 관리 프로그램 수립 권고 대상이 된다. 구역 4에 포함되는 세그먼트는 ASME Section XI 요건에 따라 계통압력시험 및 육안검사 수행 대상이 된다.

울진 4호기의 경우 전체적으로 1,918개 세그먼트가 평가되었다. 구역 1에 49개, 구역 2에 149개, 구역 3에 70개 세그먼트가 그리고 구역 4에는 1,650개 세그먼트가 할당되었다. 구역 1B 및 구역 2에 포함된 세그먼트 중 115개 세그먼트에 대하여 Perdue 모델을 이용하여 검사량을 결정하였으며, 평가 결과 1개의 용접부 검사로 충분히 신뢰도를 확보할 수 있는 것으로 확인되었다. 이는 배관파손확률평가 결과 결함 존재 확률 및 조건부 누설 확률이 낮기 때문이다. 83개 세그먼트는 Perdue 모델을 이용하여 검사량을 결정하지 않았다. 이는 6개 세그먼트는 구역 1A에 포함되는 세그먼트로 100% 검사부위로 선정하였으며, 45개 세그먼트는 소켓용접부이고, 나머지 32개 세그먼트는 단일 용접부이기 때문이다. 각 세그먼트에 대하여 결정한 검사량은 검사부위 선정 시 활용되었다. 울진 4호기 검사부위 선정 매트릭스는 그림 2 와 같다.

고손상중요도	사업자 자체 프로그램 <b>3</b> (70 세그먼트)	(A) 활성 손상 메커니즘 부위 (6 세그먼트)
		(B) 검사부위 선정 과정 필요 <b>1</b> (43 세그먼트)
저손상중요도	계통압력 및 누설 육안검사만 시행 <b>4</b> (1,650 세그먼트)	검사부위 선정 과정 필요 <b>2</b> (149 세그먼트)

저 위험도

고 위험도

그림 2 울진 4호기 검사부위 선정 매트릭스

Perdue 모델에서는 이항분포(Binomial distribution), 초기하분포(Hypergeometric distribution) 및 베이저안 이론(Bayes theorem)을 이용하여 샘플링 플랜의 신뢰도를 평가한다. 검사 대상 용접부는 전문가패널에서 결정한 고 위험도 배관 세그먼트 내에서 활성 손상메커니즘이 예상되는 부위, 결함 발생 경험부위, 이중금속용접부 및 고응력부위등을 선정하였으며, 검사 방법은 손상 메커니즘에 따라 결정하였다. 비파괴 전문가패널에서는 209개 검사부위를 선정하고 이에 대한 검사방법을 결정하였다. 위험도평가에서는 저 위험도 배관으로 평가되었지만, 울진 4호기 최종안전성분석보고서 6.6.8장에 의하여 전수검사가 요구되는 주증기 및 주급수 계통 용접부위 86 개는 울진 4호기 RI-ISI 프로그램에서는 제외되었지만, 장기가동중검사계획서 작성 시 추가되어야 한다. 계통, Code Class, ASME Code category별 울진 4호기 비파괴검사 부위 선정결과를 ASME Section XI에 의한 가동중점검부위와 비교하여 표 2 기술하였다.

#### IV. 결론

울진 4호기 RI-ISI 프로그램 개발 결과 검사 물량이 842에서 209로 감소되어 75%의 감소율을 보였으며, 소구경 소켓 용접부 74 배관 세그먼트를 육안검사(VT-2) 대상 부위로 선정하였다. 또한 적의 량의 검사를 수행하면서도 발전소 위험도는 미미하게 감소되는 것으로 평가되었다. RI-ISI 방법론을 ASME Section XI 검사부위 및 방법 선정의 대체 방안으로 적용하면, 위험도가 높은 부위에 검사를 집중함으로써 발전소의 안전성을 유지하면서 검사량 감소가 가능하며, 아울러 작업자 방사선피폭량 감소 효과를 얻을 수 있다는 것을 울진 4호기 시범적용을 통하여 확인하였다.

## V. 참고문헌

- [1] WCAP-14572, Revision 1-NP-A "Westinghouse Owners Group Application of Risk-Informed Methods to Piping Inservice Inspection Topical Report". Feb. 1999
- [2] WCAP-14572, Revision 1-NP-A, Supplement 1 "Westinghouse Structural Reliability and Risk Assessment (SRRRA) Model for Piping Risk-Informed Inservice Inspection". Feb. 1999
- [3] Regulatory Guide RG-1.174, "An Approach for Using Probabilistic Risk Assessment in Risk-Informed Decisions on Plant-Specific Changes to the Licensing Basis"
- [4] Regulatory Guide RG-1.178, "An Approach for Plant-Specific, Risk-Informed Decision Making for In-service Inspection of Piping"

표 2 울진 4호기 비파괴검사 부위 선정결과 비교  
(ASME Section XI 대비 RI-ISI Program)

System Name	Code Class	ASME Code Category	ASME XI Examination Methods for Ulchin Unit 4		RI-ISI Program <sup>a</sup> for Ulchin Unit 4
			Vol. & Sur. (UT&PT/MT)	Sur. Only (PT/MT)	Number of Exam. Locations
AF	Class 2	C-F-1	8	0	2
		C-F-2	2		0
BD	Class 2	C-F-2	39	0	0
CI	Class 2	C-F-2	0	0	0
CS	Class 2	C-F-1	29	0	16
CV	Class 1	B-J		36	1 + 4 <sup>b</sup>
	Class 2	C-F-1	17	6	3
HS	Class 1	B-J	76	20	40
	Class 2	C-F-1	105	57	18 + 20 <sup>b</sup>
IA	Class 2		0	0	0
LS	Class 2	C-F-1	81	0	23 + 4 <sup>b</sup>
MF	Class 2	C-F-2	60	0	0
MS	Class 2	C-F-2	146	8	76 + 6 <sup>b</sup>
PX	Class 1	B-J	0	0	0 + 1 <sup>b</sup>
RC	Class 1	B-J	70	28	19 + 38 <sup>b</sup>
SC	Class 1	B-J	12	0	2
	Class 2	C-F-1	34	0	3
SD	Class 1	B-J	5	3	6 + 1 <sup>b</sup>
ST	Class 2	C-F-1	0	0	0
Total	Class 1	B-J	163	87	68 NDE+44 VIS
	Class 2	C-F-1	274	63	65 NDE+24 VIS
		C-F-2	247	8	76 NDE+ 6 VIS
	Total		684	158	209 NDE+74 VIS

노트 :

- a. 계통 압력시험과 VT-2 육안검사는 Code Class 1, 2 3계통에 대하여 ASME Section XI에 따라 변함없이 수행함
- b. VT-2는 관련 배관 세그먼트 구역에 대하여 수행함

\* CI : Containment Isolation