

# 국내 방사성물질 사용허가시설 부지개방 최종부지조사(FSS Final Status Survey) 시나리오 평가

주광태 · 나경원 · 김서열 · 유보종  
고려공업검사(주) 기술연구소  
E-mail: indoor@hanafos.com

중심어 (keyword) : 부지개방, 최종부지조사, MARSSIM, FSS

## 서론

국내 원자력 연구시설의 해체사업과 한국원자력연구원 원자력 변환시설, 산업체의 핵연료물질 사용시설에 대한 환경복원 사업이 추진되고 있으며, 사용시설에 대한 제염 및 해체의 중요성이 증대되고 있다. 핵연료 물질 및 방사성동위원소 사용 시설에 대한 허가를 폐지하거나 시설을 변경할 경우 국내 원자력 관련 규정에 의하여 관련 절차를 이행하여야 한다. 국내 방사성물질 사용시설에 대한 제염해체 및 부지해지에 대한 시장은 점차적으로 증대되는 추세에 있으며, 해외의 경우는 미국을 중심으로 대규모 해외 시장이 형성되어 있으며, 영국, 프랑스에서도 제염해체 및 부지복원이 건설보다 더 큰 원자력 산업이 되고 있는 실정이다. 부지해지를 위한 사용시설내 시료채취 지점 및 부지개방 유도기준 농도 등을 산정하는 기준은 미국의 MARSSIM(Multi-Agency Radiation Survey and Site Investigation Manual)을 적용하여 부지해지 요건을 산정할 필요성이 있다. 본 연구에서는 이를 위해 Th-232 방사성사용허가시설의 일반인 구역으로 해제하기 위하여 MARSSIM을 적용하여, 최종부지조사 시나리오를 설정 하였으며 해제 후의 영향을 평가 하였다.

## 본론

최종부지조사 (Final Status Surveys) FSS의 목적은 잔류 방사능의 농도가 DCGL 이하임을 증명하

는 것이다. 따라서 이 결과에 의해 시설 개방의 가부가 결정된다. FSS 계획 단계에 있어 FSS의 결과에 대해서도 FSS 결과의 수치만을 중요시하는 것이 아니라, FSS 계획단계에 있어, FSS의 결과에 따라 나오는 데이터가 부지개방을 위한 최종 판단의 근거가 되기 위해 만족한 품질을 확보할 수 있는 것인가가 중요하다. 즉 서베이 결과의 검인보다 계획 단계에서의 검인이 중요하다. 서베이 계획은 부지운영이력평가와 각종 서베이 결과를 기본으로 FSS로서 요구되는 품질을 고려하면서 샘플수, 측정위치 및 측정기기 사양을 정한다. 서베이의 실시방법은 가설검증 시나리오 및 자료를 평가할 통계적테스트로 결정한다. 조사지역의 평균 방사능 검증의 평가는 MARSSIM COMPASS 프로그램을 이용하도록 한다.

### • 시나리오 A 선택

- 귀무가설(Null Hypothesis)  $H_0$  : 오염부지의 잔류 방사능 농도가 DCGLw을 초과한다. (기존의 상황)
- 대립가설(Alternate Hypothesis)  $H_1$  : 오염부지의 잔류방사능 농도가 DCGLw을 넘지 않는다. (검증하고자 하는 새로운 상황)

• 통계적 Test는 방사성물질사용시설(Survey unit) Class 2 에 대하여 Th-232의 핵종이 존재함으로 WRS Test로 한다.

### • Static MDC 및 Scan MDC 결정

$$MDC = \frac{3 + 4.65 \sqrt{C_B}}{KT}$$
$$= \frac{3 + 4.65 \sqrt{0.4}}{(0.67 \times 0.25)(30/100)} = 116 \text{dpm}/100 \text{cm}^2$$

$$\alpha_{scanMDC} = \frac{[-\ln(1 - P(n \geq 1))]60}{\epsilon_i \epsilon_s t}$$

$$\alpha_{sanMDC} = \frac{[-\ln(1 - 0.74)] \times 60}{0.17 \times 2}$$

$$= 237 \text{ (dpm/100cm}^2\text{)}$$

• Gross Alpha DCGLw = 12 cpm ( DCGL = 240 dpm/100cm<sup>2</sup> )

• Survey Instrument : SA70-2, Detector 30 cm<sup>2</sup> area, Instrument Efficiency 0.67, Surface Efficiency 0.25

$$\Delta = DCGLw - LBGR = 6$$

$$\frac{\Delta}{\sigma} = \frac{DCGLw - LBGR}{\sigma} = \frac{6}{5.9} = 1.017$$

• WRS test :  $\sigma=5.9$ .  $P_r=0.760217$

$$\text{Sample } n = \frac{(1.645 + 1.645)^2}{3(0.76027 - 0.5)^2} = 53.28$$

20% 안전을 적용,  $N/2=32$ .

MARSSIM COMPASS 프로그램에 필요한 위의 인자들을 바탕으로 Fig.1과 같이 WRS Test의 예상 그래프를 얻을 수 있다.

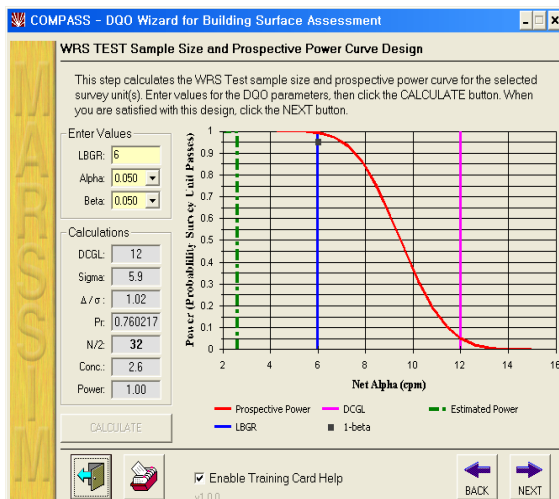


Fig. 1 WRS Test Sample size and prospective power curve.

### 결론 및 고찰

다음의 Fig. 2에서 보여지는 바와 같이 시나리오 A와 통계학적검정의 방법으로 WRS Test를 결정하

였으며 MARSSIM Code의 COMPASS 프로그램을 통한 표면오염측정 지점은 32 point 였으나 통계적검정의 안전을 높이고, Sample을 건전성을 확보하기 위하여 36 point로 산정하였다. 최종부지조사 계획에 따라 서베이, 평가가 이루어 졌으며, 최종서베이에 대하여 WRS Test를 pass 함으로서 부지해체요건을 만족시켰다.

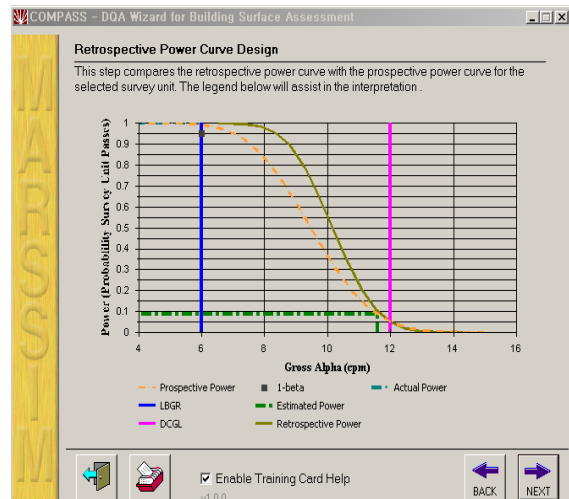


Fig. 2 Retrospective Power Curve.

MARSSIM은 서베이 실시에 있어서 Cost 적인 면도 고려되어 대응 샘플, 대응 수법 등을 인정한 융통성 있는 매뉴얼이며, 규제자와 사업자가 충분히 대화를 통한 의견조율이 가능하다. 이러한 점이 부지 해체에 있어 안전성 확보와 적정성의 판단 및 품질 보증적 측면을 부각시키면서, 최종부지조사 시나리오 평가에 있어 중요한 역할을 기대할 수 있을 것으로 보인다.

### 참 고 문 헌

1. U.S NRC, EPA, DOE, Multi-Agency Radiation Survey and Site Investigation Manual(MARSSIM), (2000)
2. U.S NRC, Radiological Assessments for Clearance of Materials from Nuclear Facilities.(2003)
3. 한국원자력안전기술원. 방사성폐기물 규제기술개발-방사성폐기물 규제해제 요건개발. (2002)