

## 정비효과 감시대상 결정을 위한 Expert Panel 운영 Insight

정현중, 서미로, 지문학, 최광희  
 한전전력연구원, 대전시 유성구 문지동 103-16  
[hjeong@kepri.re.kr](mailto:hjeong@kepri.re.kr)

### 1. 서론

(MR : Maintenance Rule) 3,4. MR Expert Panel. MR Expert Panel Insight Expert Panel.

### 2. Expert Panel 구성

연구과제 책임자가 위원장을 맡고, 최소 10 년 이상의 원전경험을 보유한 현장인력 4 명(운전, 정비, 정비계획, 계통 엔지니어)과 PSA 전문가를 포함하여 MR 의 기본개념과 철학을 이해하고 있는 연구진 3 명으로 Expert Panel 을 구성하였다.

### 3. Expert Panel 회의 결과

#### 3.1 Expert Panel 검토 및 결정사항

MR 대상결정 결과를 검토하기 전에 적용운전 모드와 PSA에 모델링 된 기능인지를 검토하였다. 결정된 적용운전모드는 기능의 중요도 검토에 활용하며, PSA모델링 여부의 검토결과 PSA에 모델링 된 기능이 MR 범위에서 제외되는 오류를 방지하는데 활용한다. 그리고 나서 대상기능이 안전관련 기능인지, 비-안전관련 기능이지만 MR범위에 포함되는지 여부를 집중 검토하고 MR 대상여부를 최종적으로 결정하였다.

#### 3.2 Expert Panel Insight

##### 3.2.1 Defense-in-depth barriers

MR 대상 범위설정과 관련된 안전관련 criteria 에는 제 1 다중방호벽(핵연료 & 피복재)의 기능이 명확하게 정의되지 않아 안전관련 기능으로 평가하기가 모호한 부분이 있다. 하지만 핵연료 자체는 도플러 효과에 의한 부-반응도 투입 기능을 수행하므로 원자로 정지 안전기능인 SR-2 criteria에 해당하며, 원자로를 안전정지 상태로 유지하기 위해서는 제1방벽의 건전성이 유지되어야 하는 측면에서도 SR-2 criteria에 해당한다. 그리고 핵연료 피복재의 건전성은 환경으로의 방사능 누출 사고를 예방하는 측면에서 안전기능인 SR-3와도 직접적인 연관이 있다.

##### 3.2.2 Turbine trip for plants with RPCS

한국표준 형 원전은 설계상 TBN Trip이 Rx Trip과 직결되지 않으므로 TBN Trip 자체는 Rx Trip유발 Criteria인 NSR-4에 해당하지 않는다. 이러한 이유로 MR대상에 포함시키지 않아도 되는지를

다음과 같은 점에서 검토하였다.

- 1) Rx Trip을 유발하는가 ?
- 2) 안전관련 설비의 동작을 유발하는가 ?
- 3) 울진 3,4호기의 운전경험(3 년)
- 4) 한국표준 형 원전의 운전경험(3 년)
- 5) PSA assumptions
- 6) 일어날 가능성 및 파급효과

검토결과, TBN Trip은 transient로 PSA에 모델 되어있고 PSA에서 RPCS의 고장률을 0.1로 가정하고 있으므로 일어날 가능성이 낮지 않다는 측면을 고려하여 직접적인 TBN Trip은 MR대상으로 결정되었다. RPCS의 고장률은 그 근거가 미약하므로 PSA를 Update할 경우 재검토가 필요한 것으로 나타났다.

##### 3.2.3 Local/MCR Alarm and Indications

SSCs에 직접적인 자동제어 신호를 제공하는 기능은 동 기능에 포함시키지 않고 별도의 기능으로 분류해야 한다. 왜냐하면 중요한 기능이 EOPs의 운전원 조치에 필요한 동 기능에 숨어버릴 수 있기 때문이다. 예외 사항이 있다면 특별히 언급을 해 줘야 한다.

##### 3.2.4 Containment Hydrogen Igniter

Igniter 는 2 단계 PSA 에는 포함되지 않고 중대사고관리지침(SAMG)에는 포함되어 있다. SAMG 가 MR 대상이 아니라는 이유로 Ignite 는 MR 에서 제외할 수 있으나, 격납건물 건전성 유지의 중요성을 감안하여 MR 감시대상으로 결정하였다. 하지만 SAMG 를 MR 에서 어떻게 다룰 것인지는 추가적인 검토가 필요하다.

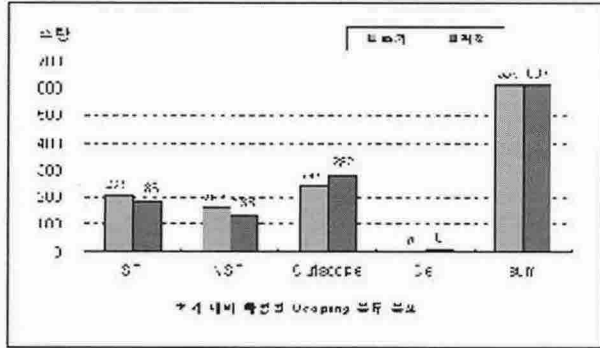
##### 3.2.5 Pressure Boundary Function

계통 기능을 분류하는 과정에서 “계통경계 건전성 유지”기능에 있어서 약간의 혼선이 있었다. 안전성 측면에서 중요한 유체계통은 과도사건 유발과 직접적인 연관이 있고, PSA에서도 사고 예방이나 완화 측면에서 중요하게 다루고 있기 때문에 동 기능이 분류되어야 한다.

### 3.3 Expert Panel MR

Expert Panel 에서의 논의결과 아래의 그림과 같이 초기 분류한 기능 중 7개가 삭제되었으며, 6개의 기능이 추가되었다. 그리고 Expert Panel 을 거치면서 MR 감시대상기능 수가 46 개 감소하였고, MR 감시대상에서 제외되는 기능

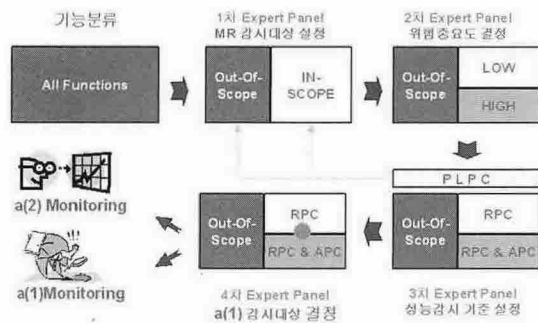
수는 41 개 증가하였다. 이것은 다양한 전문가로 구성된 Expert Panel 의 운영을 통한 시너지 효과를 보여주는 단적인 예라 할 수 있다.



[그림 1] Expert Panel 전 후 결과 비교

4. 향후 Expert Panel 운영계획

MR 이행과정은 물론이고 프로그램을 만드는 과정에서 중요한 의사결정은 Expert Panel 을 통해 이루어진다. MR 프로그램을 만들어가는 본 과제를 수행함에 있어서 네 차례의 Expert Panel 을 운영할 예정이며, 2 차 또는 3 차 회의부터는 발전소에서 주도적으로 운영하도록 할 예정이다. 프로그램 수립 단계별 운영계획은[그림 2]와 같다.



[그림 2] 단계별 Expert Panel 운영계획

5. 결론

MR 프로그램을 수립하는 과정에서 처음으로 Expert Panel 을 운영해 본 결과 각 분야 전문가들의 다양한 견해로 개발과정에서 반영하지 못했던 문제들을 발견할 수 있었으며, 자연스럽게 지식과 경험이 공유되는 것을 확인할 수 있었다. 향후 Expert Panel 을 발전소 자체로 운영하게 함으로서 발전소의 지식과 경험이 한 곳으로 모이고 이것이 발전소의 성능을 향상시키는 기반이 될 것으로 판단된다.

REFERENCES

- 1] 원전 계통 및 기기 정비효과 감시기술 개발(1 차년도 중간보고서), 2004.9
- 2] U.S. NRC, 10 CFR 50.65, "Requirement for Monitoring the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants", 1991. 7
- 3] NUMARC 93-01, Rev.3, "Industry Guideline for Monitoring the Effectiveness of Maintenance at Nuclear Power Plants, Rev.2", 2000. 7
- 4] U.S. NRC, Regulatory Guide 1.160, "Monitoring the Effectiveness of Maintenance at NPPs, Rev. 1", 1995