

Suitability Evaluation

on Human Engineering Part in Wolsong 1 Stress Test

Byung Do Ko

Central Research Institute, Korea Hydro and Nuclear Power co., (KHNP), Daejeon, 305-343, Korea

ABSTRACT

After Fukushima 1 nuclear power plant accident in Japan, lots of measures have been taken to strengthen the safety of the nuclear power plant. One of them is stress test, which evaluates the maintainability of plant safety assuming the most severe condition that has no power supply and ultimate heat sink. This report describes one of stress test results performed for domestic nuclear power plants in the point of human engineering aspect such as organization, personnel, working procedure, man-machine interface, working tool, environmental condition, education and training, etc.

The stress test for the area of human engineering has been conducted in accordance with the international guideline, which establishes ultimate accident scenarios and evaluates time and measures during the process of scenarios for recognizing the status, deciding countermeasures, installing counter-measuring facilities and its implementability before the plant reaches function failure, fuel damage or containment failure. It also evaluates the existence of relevant equipment and tools and its utilization strategy, relevance of organization and personnel, and work procedure. The evaluation results show that all the plants are appropriately prepared and maintained against ultimate condition.

Keywords: Nuclear Power Plant, Human Error, Trip, Operation Experience

1. Introduction

후쿠시마 원전과 같은 전력계통과 최종 열제거원이 상실되는 상황과 이에 더하여 중대사고가 발생하는 극한 상황에 대한 월성1호기의 대응능력에 대하여 인적 오류 및 의사결정오류 관점에서 평가를 수행하였다.

본 논문에서는 월성1호기 스트레스 테스트 수행결과에 따른 운영분야의 인허가 후속조치 중 사고 대처 시나리오의 인간공학 적합성 평가에 대한 사항이며, 평가 목적은 지진해일 등 극한사고 조건에서의 사고 대응 조치와 관련하여 조직/인력, 절차, 환경조건 등 인간공학 측면에서의 지연, 장애요소를 확인하고 이에 대한 개선권고안을 제시하여 대응방안 실현가능성을 확보하는 것이다.

2. Method

2.1 Evaluation Scope

월성1호기 스트레스 테스트 시나리오 중 3분야(전력계통 등 안전기능 상실에 대한 대응능력) 및 4분야(중대사고 관리능력)에서 고려되는 다음 시나리오에 대하여 수행된다.

- 시나리오 1 (소외전원상실조건)
- 시나리오 2 (소내 정전 조건의 대응능력 및 한계사항 평가)
- 시나리오 3 (비상전원공급계통상실을 포함한 소내 정전 조건의 대응능력, 한계사항 평가)
- 시나리오 4 (최종 열제거원 상실 조건의 대응능력, 한계사항 평가)
- 시나리오 5 (최종 열제거원과 대체 열제거원 상실 조건의 대응능력 및 한계사항 평가)
- 시나리오 6 (비상전원공급계통상실을 포함한 소내 정전과 최종 열제거원 상실 조건)

- 시나리오 7 (비상전원공급계통상실을 포함한 소내 정전과 최종 열제거원 상실 사고를 동반한 지진해일 조건)
- 시나리오 8 (비상전원공급계통상실을 포함한 소내 정전과 최종 열제거원 상실 사고가 동반되고 원자로건물을 제외한 모든 안전관련 구조물 1층 이하 침수 조건)
- 시나리오 9 (비상전원공급계통상실을 포함한 소내 정전과 최종 열제거원 상실 사고를 동반한 0.3g 지진)
- 중대사고 시나리오

시나리오 별 전개과정을 보면 전체적으로는 사고진단, 비상발령, 2차측 감압 및 냉각 (MSSV 수동개방, 중력급수밸브 조절), 전원회복(EPS 기동, 이동형 발전차 연결), 장기 냉각수원 공급 (비상급수펌프 또는 소방 펌프차 이용 비상급수조 수원 공급, 정지냉각전환), 그리고 원자로건물 여과배기설비를 이용한 격납건물 압력제어 등이 수동 운전원 조치가 개입되는 항목으로 확인된다. 적합성 평가에서는 상기의 수동 운전원 조치들을 중점적으로 평가하였다.

2.2 Evaluation Factors and Criteria

조직/인원, 작업절차, 인간기계연계, 환경조건, 작업도구, 교육훈련/기타로서 6가지로 정의하였다. 평가 요소 및 평가 기준 수립을 위하여 스트레스 테스트 수행 지침, 국내 원전 규제기준 및 지침 및 기타 국외 평가 지침 등을 참고하였으며, 운전전문가, 중대사고전문가 및 인간공학전문가가 평가 요소 및 기준 수립 과정에 참여하였다.

각 평가 요소의 정의 및 평가 기준은 다음과 같다.

- 조직/인원
 - 정의 : 적절한 자격 또는 능력을 가진 인원이 충분한 수준으로 확보되어 있는지의 여부
 - 평가기준
 - . 적합 : 직무분석결과 확인된 조직/인원으로 직무 수행이 가능한 것으로 확인된 경우
 - . 부적합 : 직무분석결과 확인된 조직/인원으로 직무수행이 가능하지 않은 것으로 확인된 경우
- 작업절차
 - 정의 : 의사결정 및 작업수행을 위한 절차서, 지침의 가용성 및 적합성 여부

- 평가기준

.적합 : 직무수행을 위하여 필요한 절차서 또는 지침이 가용하고, 본 절차서 또는 지침을 사용하여 직무 수행이 가능한 것으로 확인된 경우

.부적합 : 직무수행을 위하여 필요한 절차서 또는 지침이 가용하지 않거나, 또는 본 절차서 또는 지침을 사용하여 직무 수행이 가능하지 않은 것으로 확인된 경우

● 인간기계연계(지시계 및 제어기)

- 정의 : 의사결정 및 작업수행을 위한 인간기계연계(지시계 및 제어기)의 가용성 및 적합성 여부

- 평가기준

.적합 : 직무수행을 위하여 필요한 지시계 또는 제어기가 구비되어 있으며, 해당 지시계 또는 제어기를 사용하여 직무 수행이 가능한 것으로 확인된 경우

.부적합 : 직무수행을 위하여 필요한 지시계 또는 제어기가 구비되어 있지 않거나, 또는 해당 지시계 또는 제어기를 사용하여 직무 수행이 가능하지 않은 것으로 확인된 경우

● 환경조건

- 정의 : 열악한 작업환경 조건에 대비한 조치 적합성 여부

- 평가기준

.적합 : 평가대상 시나리오의 작업환경 조건에 대비한 장비가 구비되어 있고 활용 가능한 경우

.부적합 : 평가대상 시나리오의 작업환경 조건에 대비한 장비가 없거나 활용 불가능한 경우

● 작업도구

- 정의 : 작업수행을 위하여 필요한 작업도구(이동형 장비 등 특수작업도구 및 페이지폰 등 의사 소통 도구 포함)의 가용성(소내/외간 이동가능성 등 접근성 포함) 및 적합성 여부

- 평가기준

.적합 : 직무수행을 위하여 필요한 작업도구가 구비되고, 해당 작업도구를 사용하여 직무 수행이 가능한 것으로 확인된 경우

.부적합: 직무수행을 위하여 필요한 작업

도구가 구비되어 있지 않거나, 해당 작업도구를 사용하여 직무 수행이 가능하지 않은 것으로 확인된 경우

- 교육훈련 및 기타

- 정의 : 작업수행과 관련하여 수행되는 훈련의 가용성 및 적합성. 그리고 기타 시나리오 특성에 따라 작업수행에 부정적인 영향을 미칠 수 있는 요인의 존재 여부.

- 평가기준

- .적합 : 직무분석결과 확인된 교육훈련 조건에서 직무 수행이 가능한 것으로 확인된 경우

- .부적합 : 직무분석결과 확인된 교육훈련 조건에서 직무 수행이 가능하지 않은 것으로 확인된 경우

2.3 Evaluation Procedure

- 준비 단계

- 적합성 평가를 위한 평가팀(평가에 참여하는 모든 인원) 구성

- 평가자에게 평가 현안을 명확히 설명하고 공유

- 스트레스테스트 보고서 등 검토를 통해 극한재해사고 시나리오 및 대응 절차에 대한 내용 사전 숙지

- 평가 단계

- 절차서, 지침서, 설계문서 등 문서검토를 통해 사고 시나리오 별 세부 절차 확인

- 절차서의 진입조건, 절차서간 연계사항 및 상세수준 등을 확인하여 개선사항 또는 면담/현장 점검 시 확인 필요사항 도출

- 문서평가로 도출된 확인 필요사항에 대하여 면담 대상자 선정

- 면담 대상자에 대해서는 평가목적, 극한재해사고 시나리오, 관련 절차서 또는 지침서에 대한 사전설명을 수행하고, 주요 확인 필요사항에 대하여 심층면담 수행

- 면담 이후 사고 시나리오에 관련된 주요 작업장소 실사 및 현장 촬영, 평가

- 사고대응과 관련된 주요 수행작업(예: 휴대용 계측기 이용 안전변수 확인 등)에 대해서는 평가자 입회 하에 현장담당자 작업 시현

- 최종적으로 시나리오 별 상세 직무분석 정보(상세 직무 별 조직/인원, 작업절차, MMI, 환경 조건, 작업도구 및 교육훈련)를 사용하여

적합성 평가 수행

- Debriefing 단계

- 평가 현안에 대하여 debriefing 을 수행할 때, 평가자가 작성한 사항, 의문사항 등을 참고 하여 평가 현안에 대한 심도 있는 토론 수행 후, HSI 설계에 대한 문제점 등과 관련된 내용을 평가 총괄자가 작성 및 정리

2.4 Evaluation Method

월성1호기 스트레스테스트에서의 사고 시나리오 대응에 대한 인간공학 적합성 평가를 위해서는 우선 사고 시나리오에 포함된 수동 운전원 조치들을 확인하는 과정이 필요하다. 이를 위하여 각 시나리오에 포함된 주요 직무들을 사전에 파악한 후, 운전전문가, 중대사고전문가 및 인간공학전문가들이 발전소 운전팀 및 정비팀 과 함께 Table-Top 방식으로 상세 직무들을 정의하였다. 또한, 이를 바탕으로 상세 직무별 조직/인원, 작업절차, MMI, 환경조건, 작업도구 등을 확인하여 적합성 평가를 수행하였다.

평가 방식으로는 다음과 같이 문서검토, 면담 및 현장확인을 수행하였다.

- 문서검토 : 운전전문가, 중대사고전문가 및 인간공학전문가 평가팀에서 스트레스 테스트 시나리오 수행에 적용되는 EOP, AOP, SAMG 등 관련 절차서 및 지침서를 검토하였다. 문서평가를 통하여 스트레스 테스트에서 고려되는 사고 시나리오의 진단 및 조치가 해당 절차서 또는 지침서 사용으로 수행이 가능한지 여부를 절차서 진입조건 및 연계사항 확인을 통하여 평가하였다. 또한 적합성 평가 시 필요한 사전 정보인 통신수단, 내진설비 현황 등에 대하여 관련 보고서 및 설계문서 검토를 통하여, 면담 및 현장실사 수행 시 확인이 필요한 중점 검토항목들을 도출하였다. 검토대상 문서는 비상운전절차서 (EOP), 비정상운전절차서 (AOP), 중대사고관리지침서 (SAMG) 및 관련 설계문서와 도면 등이다.

- 면담 : 문서검토 결과 도출된 중점 검토 사항들을 위주로 운전전문가, 중대사고전문가 및 인간공학전문가 평가팀에서 발전팀 운전원, 사고시나리오 관련 전기/계측 등 분야별 담당자, 관련 협력업체 직원들을 대상으로

면담을 수행하였다. 기본적으로 다음과 같이 면담 대상자 별로 문서검토 결과 확인이 필요한 것으로 나타난 중점 검토 사항들을 확인하였다.

- 현장 확인 : 스트레스 테스트 사고 시나리오에 공통적으로 포함된 주요 운전원 조치인 2차측 감압 및 냉각 (MSSV 수동개방, 중력급수밸브 조절), 전원회복 (EPS 기동, 이동형 발전차 연결), 장기 냉각수원 공급 (비상급수펌프 또는 소방 펌프 차 이용 비상급수원 공급, 정지냉각전환), 그리고 원자로건물여과배기설비를 이용한 격납건물 압력제어와 관련한 조치를 중심으로 주요 이동경로, 작업지역 등 현장 확인을 수행하였다.

이상의 문서검토, 면담 및 현장확인을 통하여 스트레스 테스트 시나리오에 포함된 주요 운전원 조치와 관련한 평가 결과 및 개선권고안을 일부 도출하였다.

3. Results

- 소외전원상실 조건(시나리오 1)에 대한 인간공학 적합성 평가 결과

평가 요소	평가내용	결과
조직 인원	직무분석 결과 확인된 조직 및 인원(주제어실 운전원)으로 직무 수행이 가능함을 확인함	적합
작업 절차	직무수행 필요 절차서(EOP-001, EOP-015)가 가용하고, 본 절차서로 직무수행이 가능함을 확인함	적합
MMI	직무수행 필요 MMI(EOP -001, EOP-015 관련 지시계, 제어기)가 구비되어 있으며, 이를 사용하여 직무 수행이 가능함을 확인함	적합
환경 조건	시나리오 상 환경조건(주제어실 정상조명 조건)에서 직무 수행이 가능함을 확인함	적합

작업 도구	본 시나리오 수행에 별도로 필요한 작업도구는 없음. 별도의 작업 도구 없이 직무수행이 가능함을 확인함	적합
교육훈련 및 기타	직무분석 결과 확인된 교육훈련(시뮬레이터 교육과정) 조건 하에서 직무 수행이 가능함을 확인함	적합

- 소내정전 조건(시나리오 2)에 대한 인간공학 적합성 평가 결과

평가 요소	평가내용	결과
조직 인원	직무분석 결과 확인된 조직 및 인원(주제어실 및 현장 운전원)으로 직무 수행이 가능함을 확인함	적합
작업 절차	직무수행 필요 절차서(EOP-001, EOP-007)가 가용하고, 본 절차서로 직무수행이 가능함을 확인함	적합
MMI	직무수행 필요한 MMI(EOP-001, EOP-007관련 지시계, 제어기)가 구비되어 있으며, 이를 통해 직무수행이 가능함을 확인함	적합
환경 조건	시나리오 상 환경조건(주제어실 정상조명 상실 및 비상조명 점등)에서 직무 수행이 가능함을 확인하였음 (비상랜턴 구비)	적합
작업 도구	직무수행에 필요한 작업도구(운전용전화 등)가 구비되고, 이를 사용하여 직무 수행이 가능한 것으로 확인하였음	적합
교육 훈련 기타	직무분석 결과 확인된 교육훈련(시뮬레이터 교육과정) 조건 하에서 직무 수행이 가능함을 확인하였음	적합

- 비상전원공급계통상실을 포함한 소내정전 조건(시나리오 3)에 대한 인간공학 적합성 평가 결과

평가 요소	평가내용	결과
조직 인원	직무분석 결과 확인된 조직 및 인원(방사선 비상조직 발족 이전에는 주제어실 및 현장 운전원, 방사선 비상조직 발족 이후에는 비상기술지원실 및 비상운영 지원실 요원, 이동형발전차 관련 요원)으로 직무 수행이 가능함을 확인하였고 개선권고안이 도출되었음.	적합
작업 절차	직무수행을 위하여 필요한 절차서(EOP-001, EOP-007, 이동형발전차 운영절차서) 및 지침서(비상대체설비운영지침서)가 가용하고 이를 사용하여 직무 수행이 가능함을 확인함	적합
MMI	직무수행을 위하여 필요한 MMI(EOP-001, EOP-007, 이동형발전차 운영절차서, 비상대체설비운영지침서 관련 지시계, 제어기)가 구비되어 있으며, 이를 사용하여 직무 수행이 가능함을 확인함	적합
환경 조건	시나리오 상 환경조건(주제어실 정상조명 상실 및 비상조명 점등)에서 직무 수행이 가능함을 확인하였고(비상랜턴 구비) 개선권고안이 이루 도출되었음.	적합
작업 도구	작업도구(운전용전화, 이동형 발전차, 케이블 및 지게차 등)가 구비되고, 이를 사용한 직무 수행이 가능함을 확인하였고, 개선권고안이 도출되었음.	적합

교육 훈련 기타	직무분석 결과 확인된 교육훈련(방사능방재 전체훈련, 이동형 발전차 실증시험) 조건 하에서 직무 수행이 가능함을 확인하였고, 개선권고안이 도출되었음.	적합
----------	--	----

- 최종 열제거원 상실 조건(시나리오 4)에 대한 인간공학 적합성 평가 결과

평가 요소	평가내용	결과
조직 인원	직무분석 결과 확인된 조직 및 인원(주제어실 및 현장 운전원)으로 직무 수행이 가능함을 확인함	적합
작업 절차	직무수행을 위하여 필요한 절차서(EOP-001, EOP-009)가 구비되고 이를 사용하여 직무 수행이 가능함을 확인함	적합
MMI	직무수행을 위하여 필요한 MMI(EOP-001, EOP-009 수행 관련 지시계, 제어기)가 구비되고 이를 사용하여 직무 수행이 가능함을 확인함	적합
환경 조건	시나리오 상 환경조건(주제어실 정상조명 조건)에서 직무 수행이 가능함을 확인함	적합
작업 도구	직무수행에 필요한 작업도구(운전용 전화 등)가 구비되고, 이를 사용하여 직무 수행이 가능한 것으로 확인함	적합
교육 훈련 기타	직무분석 결과 확인된 교육훈련(시뮬레이터 교육과정) 조건 하에서 직무 수행이 가능함을 확인함	적합

● 최종열제거원과 대체열제거원상실 조건(시나리오 5)에 대한 인간공학 적합성 평가 결과

평가 요소	평가내용	결과
조직 인원	조직 및 인원(방사선 비상조직 발족 이전에는 주제어실 및 현장 운전원, 방사선 비상조직 발족 이후에는 비상기술 지원실 및 비상운영 지원실 요원, 소방 펌프차 관련 요원))으로 직무 수행이 가능함을 확인함	적합
작업 절차	필요 절차서(EOP-001, EOP-009) 및 지침서(비상대체설비운영지침서)가 구비되어 직무수행이 가능함을 확인함	적합
MMI	직무수행 필요 MMI(EOP-001, EOP-009, 비상대체설비운영지침서 관련 지시계, 제어기)가 구비되어 있으며, 이를 사용하여 직무수행이 가능함을 확인함	적합
환경 조건	시나리오 상 환경조건(주제어실 정상조명 조건, 소방 펌프차 작업 조명 점등 조건)에서 직무 수행이 가능함을 확인함	적합
작업 도구	직무분석 결과 확인된 작업도구(소방 펌프차, 호스 및 연결장비 등)를 사용하여 직무 수행이 가능함을 확인함	적합
교육훈련 및 기타	직무분석 결과 확인된 교육훈련(시뮬레이터 훈련, 방사능방재 전체훈련, 소방 펌프차 실증시험) 조건 하에서 직무 수행이 가능함을 확인함	적합

● 비상전원공급계통상실을 포함한 소내 정전과 최종 열제거원 상실 조건(시나리오 6)에 대한 인간공학 적합성 평가 결과

평가 요소	평가내용	결과
조직 인원	조직 및 인원(방사선 비상조직 발족 이전에는 주제어실 및 현장 운전원, 방사선 비상조직 발족 이후에는 비상기술 지원실 및 비상운영 지원실 요원, 이동형 발전차 관련 요원))으로 직무 수행이 가능함을 확인함	적합
작업 절차	절차서(EOP-001, EOP-007, 이동형 발전차 운영절차서) 및 지침서(비상대체설비운영지침서)가 가용하고, 이를 사용하여 직무수행이 가능함을 확인함	적합
MMI	MMI (EOP-001, EOP-007, 이동형 발전차 운영절차서, 비상대체설비운영지침서 관련 지시계, 제어기)가 가용하고, 이를 사용하여 직무수행이 가능함을 확인함	적합
환경 조건	시나리오 상 환경조건(주제어실 정상조명 상실 및 비상조명 점등)에서 직무 수행이 가능함을 확인함(비상랜턴 구비)	적합
작업 도구	작업도구(이동형 발전차, 케이블 및 지게차 등)를 사용한 직무수행이 가능함을 확인함	적합
교육훈련 및 기타	교육훈련(시뮬레이터 훈련, 방사능방재 전체훈련, 이동형 발전차 실증시험) 조건 하에서 직무수행이 가능함을 확인함	적합

- 비상전원공급계통상실을 포함한 소내 정전과 최종 열제거원 상실 사고를 동반한 지진해일 조건(시나리오 7)에 대한 인간공학 적합성 평가 결과

평가 요소	평가내용	결과
조직 인원	직무분석 결과 확인된 조직 및 인원(방사선 비상조직 발족 이전에는 주제어실 및 현장 운전원, 방사선 비상조직 발족 이후에는 비상기술 지원실 및 비상운영 지원실 요원, 이동형 발전차 및 소방 펌프차 관련 요원))으로 직무 수행이 가능함을 확인함	적합
작업 절차	절차서(EOP-001, EOP-002, AOP 66600, 비정상1-25000A, 이동형 발전차 운영절차서) 및 지침서(비상대체설비운영지침서)가 구비되어 있으며 이를 사용한 직무 수행이 가능함을 확인함	적합
MMI	MMI(EOP -001, EOP-002, AOP66600, 비정상1-25000A, 이동형 발전차 운영절차서, 비상대체설비 운영지침서 수행에 필요한 지시계, 제어기)가 구비되어 있으며, 이를 사용한 직무 수행이 가능함을 확인함	적합
환경 조건	시나리오 상 환경조건(주제어실/SCA 정상조명 상실 및 비상조명 점등, 소방 펌프차 작업조명 점등, 지진유발 화재발생)에서 직무 수행이 가능하도록 필요 장비가 구비되어 있음을 확인함	적합
작업 도구	직무분석 결과 확인된 작업도구(이동형 발전차, 케이블 및 지게차, 소방 펌프차, 호스 및 연결장비 등)를 사용한 직무 수행이 가능함을 확인함	적합

교육 훈련 기타	교육훈련(주제어실 상주불능 교육, 방사능방재 전체훈련, 이동형 발전차 실증시험, 소방 펌프차 실증시험) 조건 하에서 직무 수행이 가능함을 확인함	적합
----------	--	----

- 비상전원공급계통상실을 포함한 소내 정전과 최종 열제거원 상실 사고가 동반되고 원자로 건물을 제외한 모든 안전관련 구조물 1층 이하 침수 조건(시나리오 8)에 대한 인간공학 적합성 평가 결과

평가 요소	평가내용	결과
조직 인원	직무분석 결과 확인된 조직 및 인원(방사선 비상조직 발족 이전에는 주제어실 및 현장 운전원, 방사선 비상조직 발족 이후에는 비상기술 지원실 및 비상운영 지원실 요원, 이동형 발전차 및 소방 펌프차 관련 요원))으로 직무 수행이 가능함을 확인함	적합
작업 절차	직무수행을 위하여 필요한 절차서(EOP-001, EOP-007, 이동형 발전차 운영절차서) 및 지침서(비상대체설비운영지침서)가 구비되어 있으며 이를 사용한 직무 수행이 가능함을 확인함	적합
MMI	MMI(EOP-001, EOP-007, 이동형 발전차 운영절차서, 비상대체설비운영지침서 수행에 필요한 지시계, 제어기)가 구비되어 있으며 이를 사용한 직무 수행이 가능함을 확인함	적합
환경 조건	시나리오 상 환경조건(주제어실 정상조명 상실 및 비상조명 점등)에서 직무수행이 가능함을 확인함	적합
작업 도구	작업도구(이동형 발전차, 케이블 및 지게차, 소방 펌프차, 호스 및 연결장비)를 사용한 직무 수행이 가능함을 확인함	적합

교육훈련 및 기타	교육훈련(시뮬레이터 훈련, 방사능방재 전체훈련, 이동형 발전차 실증시험, 소방 펌프차 실증시험) 조건 하에서 직무 수행이 가능함을 확인함	적합
-----------	--	----

● 중대사고 시나리오에 대한 인간공학 적합성 평가 결과

평가 요소	평가내용	결과
조직 인원	조직 및 인원(방사선 비상조직 발족 이전에는 주제어실 및 현장 운전원, 방사선 비상조직 발족 이후에는 비상기술 지원실 및 비상운영 지원실 요원, 비상 대책실 요원, 이동형 발전차 및 소방 펌프차 관련 요원)으로 직무 수행이 가능함을 확인함	적합
작업 절차	절차서(EOP-001, EOP-002, AOP 66600, 비정상1-25000A, 이동형 발전차 운영절차서) 및 지침서(비상대체설비운영지침서, 중대사고관리지침서)가 구비되어 직무 수행이 가능함을 확인함	적합
MMI	MMI(EOP-001, EOP-002, AOP 66600, 비정상1-25000A, 이동형 발전차 운영절차서, 비상대체설비 운영지침서, 중대사고관리지침서 수행에 필요한 지시계, 제어기)가 구비되어 있으며 이를 사용한 직무수행이 가능함을 확인함	적합
환경 조건	시나리오 상 환경조건(주제어실/SCA 정상조명 상실 및 비상조명 점등, 소방 펌프차 작업조명 점등, 지진유발 화재발생)에서 직무 수행이 가능하도록 필요 장비가 구비되어 있음을 확인하였음	적합

작업 도구	작업도구(이동형 발전차, 케이블 및 지게차, 소방 펌프차, 호스 및 연결장비 등)를 사용한 직무 수행이 가능함을 확인함	적합
교육 훈련 기타	교육훈련(주제어실 상주불능 교육, 방사능방재전체훈련, 이동형 발전차 실증시험, 소방 펌프차 실증시험, 중대사고관리지침서 교육) 조건 하에서 직무 수행이 가능함을 확인함	적합

4. Conclusion

본 논문에서는 후쿠시마 원전과 같은 전력계통과 최종 열제거원이 상실되는 상황과 이에 더하여 중대사고가 발생하는 극한 상황에 대한 월성1호기의 대응능력에 대하여 인적오류 및 의사결정 오류 관점에서 평가를 수행하였다.

본 적합성 평가에서는 스트레스 테스트 시나리오와 관련하여 조직·인력의 확보 여부와 해당인력이 필요한 업무를 수행할 수 있는 절차, 다양한 설비활용과 관련한 장비·도구의 비치여부 등을 확인하여 사고대응이 가능한지 여부를 평가하였다.

적합성 평가 결과, 고려된 모든 시나리오에 대하여 월성 1호기의 사고대응능력이 확보됨을 확인하였다. 또한 유효성 평가 결과, 모든 유효성 평가 대상 시나리오에 대하여 스트레스 테스트 보고서에서 요구하는 제한된 시간 내에 사고대응조치가 완료되는 것으로 확인되었다.

적합성 평가 과정에서 사고대응능력 향상을 위하여 개선이 권고되는 항목들을 일부 도출하였으며, 향후 개선사항 반영을 통하여 월성 1호기의 스트레스 테스트 사고 시나리오에 대한 대응능력이 더욱 향상될 것으로 기대된다.