

# 원자력발전소 오류분석을 위한 직무분석 방법의 개발 및 직무유형 분류

정원대<sup>†</sup> · 박진균 · 김재환

한국원자력연구소 종합안전평가팀  
(2001. 7. 11. 접수 / 2001. 11. 20. 채택)

## Development of a Task Analysis Method and Classification of Emergency Tasks for Human Error Analysis in Nuclear Power Plants

Won-Dea Jung<sup>†</sup> · Jin-Kyun Park · Jae-Whan Kim

Integrated Safety Assessment Team, Korea Atomic Energy Research Institute

(Received July 11, 2001 / Accepted November 20, 2001)

**Abstract** : For human error analysis, the structure and situation of a task should be analyzed in advance. The paper introduces Structured Information Analysis (SIA) as a task analysis method for error analysis, and delineates the result of application on the emergency procedure of Korean Standard Nuclear Plants (KSNPs). From the task analysis about emergency procedure of KSNP, total 72 specific task goals were identified in the level of system function, and 86 generic tasks were classified from the viewpoint of physical sameness of the task description. Human errors are dependent on task types so that the result of task analysis would be used as a basis for the error analysis on the emergency tasks in nuclear power plants.

**Key Words** : human error analysis, human reliability analysis, task analysis, emergency task

### 1. 서 론

원자력발전소(이하 원전)나 대형 화학공장의 가동성이나 안전성을 저해하는 원인으로 인적오류가 지적되어 왔다. 따라서 시스템의 안전성을 높이기 위해서는 작업자의 오류를 방지하거나 감소시켜야 하며, 이를 위해서는 우선 시스템 사용자인 인간의 관점에서 오류에 대한 분석과 평가가 선행되어야 한다. 시스템 안전성에 미치는 인적오류를 분석하는 방법의 하나로서 인간신뢰도분석(Human Reliability Analysis : HRA)<sup>1)</sup>이 수행되어 왔다. 그러나 기존 HRA 방법은 오류확률을 정량적으로 평가하는 데만 초점을 맞추고 있어 여러 가지 한계점이 지적되어 왔으며<sup>2)</sup>, 최근에는 이에 대한 개선안으로 정성적 오류분석을 강조하는 방법들이 제안되고 있다.<sup>3)</sup>

정성적 오류분석에서 가장 기본적인 작업이 대상 직무에 대한 직무분석(task analysis)이다.<sup>4)</sup> 이것은 오

류 데이터가 절대 부족한 상황에서 HRA 수행에는 분석자의 주관적 판단이 중요한 입력 자료가 되며, 이 주관적 판단이 직무분석을 통해 얻은 대상 직무에 대한 분석자의 지식과 HRA 수행 경험에 크게 좌우되기 때문이다. 그러나 이제까지는 HRA 수행에서 별도의 직무분석을 수행치 않거나 극히 제한적인 수준에서 직무분석이 이루어져 왔다. 부적절하거나 불충한 직무분석은 결과적으로 HRA 과정의 일관성 결여와 분석 결과의 불확실성을 높이는 주요 원인으로 지적되어 왔다.<sup>2,5)</sup> 오류 예견력이나 분석 과정의 일관성을 높이기 위해서는 대상 직무에 대한 구조화된 정보를 얻을 수 있는 체계적인 직무분석 방법이 개발되어야 한다. 또한 HRA 결과의 신뢰성을 높이기 위해서는 다양한 직무에 대한 직무분석 결과를 데이터베이스로 개발하여 HRA 수행의 기술적 근거를 제공하는 것이 필요하다.

본 논문에서는 오류분석을 위한 직무분석 방법으로 개발된 구조적 정보분석(Structured Information Analysis : SIA) 방법을 소개하고 이를 국내 표준 원전 비상운전절차서에 적용하여 직무 분석한 결과를 정

<sup>†</sup>To whom correspondence should be addressed.  
wdjung@kaeri.re.kr

리하였다. 표준 원전의 비상직무인 경우, 계통 수준에서 모두 72개의 직무목표가 파악되었으며 물리적으로 동일하게 기술된 직무유형은 모두 86개로 분석되었다. 이 직무분석 방법이나 결과는 원전이나 산업체의 오류분석을 위한 기술적 근거로 사용될 수 있을 것이다.

## 2. 오류분석을 위한 직무분석 및 분석 정보

직무분석은 시스템 내에서 작업자와 기계간 또는 작업자와 작업자 간의 상호작용(interaction)을 묘사하고 평가하는 일련의 업무를 의미한다.<sup>4)</sup> 다양한 방법이 개발되어 있지만, 직무분석은 적용 목적에 맞는 분석 방법을 사용해야 하며 필요에 따라 새로운 분석 방법의 개발을 필요로 한다. 특히 오류분석이나 절차서 평가를 위해서는 다양한 정보 분석이 필요한데, 기존의 여러 가지 다른 목적을 위해 제안된 직무분석 방법을 조합해서 사용하기에는 부적절하거나 분석에 너무 많은 자원이 소요되는 경향이 있다. 또한 인지오류의 중요성이 강조되는 추세에 따라 기존의 전통적 직무분석 방법과는 다른 직무분석 방법을 개발할 필요가 있다. 오류분석을 위한 직무분석 방법을 개발하기에 앞서 우선 오류의 특성을 살펴보고, 분석에 필요한 정보 항목을 도출하였다.

오류를 분석하기 위해서는 오류가 발생하는 과정 및 관련 인자를 표현하는 오류발생구조나 오류모형이 필요하다. 오류발생구조에 대해서는 많은 의견이 있을 수 있으나 현재까지는 Rasmussen의 오류발생구조가 가장 기본적인 것으로서 널리 받아들여지고 있다.<sup>6)</sup> 이 구조에 따르면 수행영향인자(performance influencing factors) 및 상황인자(situation factors)가 오류 발생의 잠재적인 여건을 제공하며, 이런 상황에서 직무 수행 시 오류 유발자가 직접적인 원인으로 작용하여 정상적인 인지과정이나 행위에서의 이탈로 인해 오류가 발생한다.

오류분석, 특히 오류의 정량적 평가가 필요한 HRA에서 수행영향인자의 선정은 매우 중요하면서도 어려운 작업이다. 오류분석이나 HRA는 결국 이들 수행영향인자나 상황인자의 평가를 기반으로 수행되기 때문에, 이들의 선정 및 평가는 분석 결과에 직접적인 영향을 미친다. 본 논문에서는 선행 연구 결과<sup>7)</sup>를 바탕으로 원전 HRA를 위한 수행영향인자를 결정하였다. 선행 연구에서는 문헌조사를 통해 인적

Table 1. Information items for error analysis

분석모듈	정보 항목
시나리오 분석	사고 경위(초기사건, 전후직무)
	주요 운전 변수 상태 및 추이
	주요 계통/기기 상태
	직무 허용시간
	작업 환경 및 조건
	안전문화 및 조직/관리 수준
	팀 의사소통 및 협조 수준
목표-수단 분석	직무 수행 절차
	직무 수행 시간
	직무 친숙도
	직무 특성 (조정직무, 단일직무)
	정보 가용성 및 사용성
	절차서 유무 및 기술 수준
	관련 작업자 (단독직무, 팀 직무)
	작업자 경력
	인지적 직무목표 및 논리
인지기능 분석	관련 인지단계
	인지단계별 입/출력 정보
	인지기능의 패턴

수행도에 영향을 미치는 오류영향인자 데이터베이스를 만든 후, 원전 비상직무의 상황적 특징을 고려하여 관련 인자들을 일차 선별하고, 오류확률의 정량적 평가에 사용하기 위해 정의한 다섯 가지 기준을 근거로 오류영향인자를 결정하였다. HRA를 위한 직무분석에서는 Table 1에 정리한 바와 같이 모두 18개의 정보항목을 분석한다. 이들 정보항목은 직무가 요구되는 상황 정보, 직무의 구조 및 절차 정보, 세부 절차에 대한 인지정보 등 세 부분으로 구분할 수 있다.

## 3. 오류분석을 위한 구조적 정보분석 (Structured Information Analysis)

직무구조와 상황요인에 관련된 정보는 앞에서 언급한 것처럼 그 내용 및 수준이 다양하다. 초기사건, 안전계통의 상태 등과 같이 사고 시나리오와 관련

된 직무의 거시적인 상황 정보로부터 작업자의 세부 수행절차, 이에 관련된 인지단계 및 입출력 정보와 같은 미시적 인지정보에 이르기까지 정보의 수준에 차이가 있다. 이런 다양한 수준의 정보를 체계적으로 분석하기 위해서 이들 정보 요소를 정보의 수준, 의미상 연관성, 지식의 추상화 수준 등을 고려하여 분석할 필요가 있다. 본 논문에서는 HRA를 위한 구조적 정보분석에 관한 저자의 선행 연구 결과<sup>8)</sup>를 바탕으로 오류 예측 및 평가에 필요한 도식적이고 통합적인 정보분석 체계를 제시하고자 한다.

Fig. 1에서 보여주는 바와 같이 오류분석을 위한 구조적 정보분석(SIA) 체계는 다음과 같은 세 모듈로 구성되어 있다. 첫째 시나리오 전개상황과 관련된 공통 시나리오 정보분석 모듈, 둘째 해당 직무를 수행할 때 갖게 되는 인지적 목표와 수행절차의 관계를 분석하는 목표-수단 분석 모듈, 셋째 세부 절차 수행 단계에서의 인지적 패턴과 정보 입출력을 파악하는 인지정보 분석 모듈이다. 시나리오 분석 모듈은 직무의 거시적인 상황 정보를 수집 통합하는 과정으로서, 최초 상황이 발생한 초기사건, 대응 안전시스템의 작동 여부와 인적 조치 등이 파악된다. 또한 직무의 필요성이 작업자에게 감지된 시점과 직무 수행에 가용한 여유시간에 대한 정보가 분석된다. 이 외에 직무 수행장소, 보호장비나 공구의 필요 유무, 물리적 환경 조건 등과 함께 조직 및 관리요인이 시나리오 정보 분석 모듈에서 평가된다.

목표-수단 분석 모듈은 직무 자체를 분석하는 단계로서, 기본적으로 직무 절차, 관련 작업자 및 수행 시간이 분석된다. 작업자가 인지적 과정을 통해 설정한 직무 목표, 이를 달성하기 위해 수행하는 세부 절차 및 절차 간의 논리 등 인지적 직무구조도 함께 분석된다. 직무의 구조적 패턴 외에 직무의 친숙도, 직무성격, 절차서 유무 및 수준, MMI 수준 등 기존 HRA에서 고려하는 수행특성인자 정보도 이 단계에서 평가된다.

마지막으로 인지기능 분석모듈은 가장 미세한 인지적 정보를 수집하는 단계로서, 구체적 직무 절차 각각에 대하여 필요시 인지기능 분석이 수행된다. 인지기능 분석은 Rasmussen의 사다리꼴 의사결정모형을 단순화한 인지모형<sup>9)</sup>을 기반으로 하고 있다. 이 인지모형은 인간의 의사결정 과정을 감지(detection; D), 관찰(observation; O), 상태파악(state identification; I), 계획(planning; P) 그리고 수행(execution; E) 단계로 표현한다. 세부 직무의 유형에 따라 이들 인지

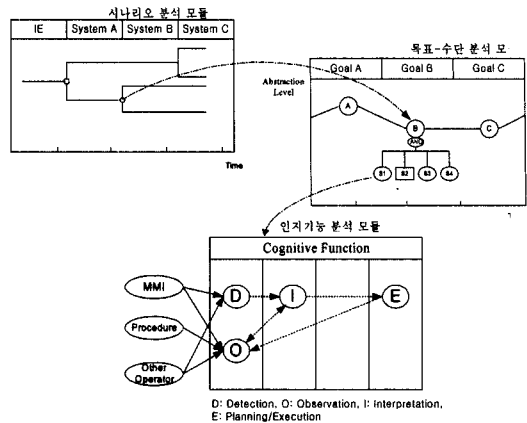


Fig. 1. Three modules and relations of structured information analysis (SIA)

능의 패턴은 달라지며, 세부 수행 절차가 인간의 내적 정보처리 측면에서 어떤 특성을 갖고 있는지 파악하게 된다. 또한 직무 수행과정에서 시스템으로부터 감지되고 확인되는 입력 정보와 반대로 의사결정을 거쳐 출력되는 결과 등 정보의 입출력이 분석된다.

본 논문에서 제안하는 구조적 정보분석 방법을 통하여 분석자는 직무의 거시적인 상황 정보로부터 시작해서 직무 목표 및 관련 수행 절차, 그리고 상세 수행 절차에 대한 미시적인 인지적 정보까지를 체계적이고 입체적으로 평가하게 되고, 이 과정을 통해서 해당 직무의 구조적 문제를 파악하고 직무 수행 중에 발생할 수 있는 오류유형 및 가능성에 대한 예견력을 갖게 된다.

#### 4. 원전 비상운전에 대한 직무분석 및 직무유형 분류

원전 비상직무에 대한 오류분석을 지원하기 위하여 구조적 정보분석(SIA) 방법을 사용하여 비상운전 직무를 대상으로 직무분석을 수행하고, 이를 바탕으로 직무유형을 분류하였다. 비상운전에 대한 직무분석은 목표-수단 분석(goal-means analysis)에 초점을 맞추었는데, 그 이유는 이 분석이 구조적 정보분석의 세 분석 단계 중 계통 및 직무에 대한 지식은 물론 인지직무분석에 대한 전문적 지식을 가장 필요로 하기 때문이다. 따라서 이 직무분석 결과는 오류분석시 분석할 내용을 미리 수행한 것으로서, 데이터베이스로 HRA 분석자에게 제공된다.

비상운전 직무에 대한 구조적 정보분석(SIA)은 다음과 같은 순서로 수행하였다. 첫째, 비상직무에 대한 목표-수단 분석을 수행하였다. 작업자가 달성하고자 하는 목표와 목표 달성을 위해 필요한 세부 절차를 파악하고 목표와 수단 사이의 계층적 직무 구조를 분석하였다. 이를 위하여 원전의 안전기능(safety function)과 절차서 직무의 추상화 수준(abstraction level)을 정의하고 이에 따라 비상직무의 목표-수단 분석을 하였다. 둘째, 목표-수단 분석 결과를 바탕으로 비상운전 직무의 유형을 분류하고 관련 정보를 데이터 베이스화 하였다.

#### 4.1. 비상직무의 목표-수단 분석

원전의 안전은 궁극적으로 방사능 물질의 외부 누출을 차단함으로써 확보될 수 있다. 이런 궁극적인 안전 목표를 달성하기 위해 필요한 세부적인 안전기능(safety function)을 정의하는데, 이것은 핵연료의 건전성을 유지하는 데서부터 만일의 경우 핵연료가 손상이 되더라도 방사능 물질이 격납건물 밖으로 나가는 것을 차단하는 기능까지를 포함한다. Table 2에 7개의 안전기능과 관련 안전계통을 정리하였다.

원전의 비상직무는 원자로를 정지시키고 안전한 상태로 보존하기 위해 필요한 작업들로 구성되어 있으며, 모든 비상직무는 안전기능을 만족시키기 위

Table 2. Safety functions and related systems for safety of nuclear power plants (NPPs)

안전기능	관련 안전계통
원자로 반응도 제어	원자로보호계통
	화학 및 체적제어계통
원자로냉각재계통(RCS) 냉각재 유지	고압안전주입계통, 안전주입탱크, 저압안전주입계통
RCS 압력 제어	화학 및 체적제어계통, 안전감압계통, 가압기살수계통
핵연료 열 제거	원자로냉각재펌프, 자연순환냉각, 저장냉각계통
RCS 열 제거	주급수/보조급수계통, 증기방출계통, 정지냉각계통
격납건물 격리	격납건물차단계통
격납건물 온도 및 압력 제어	격납건물살수계통

해 필요한 세부적인 직무목표를 가지고 설계되었다.

따라서 비상직무 수행 중 발생할 수 있는 오류를 분석하기 위해서는 우선 이들 직무목표와 각 직무목표를 달성하기 위해 작업자들이 수행하는 세부 절차 및 관련 정보를 분석해야 한다. 원전 비상운전 절차서는 7개 안전기능을 만족시키기 위해 필요한 구체적인 세부 절차를 기술하고 있다. 그러나 다양한 수준의 비상직무가 직무의 계층적 구조에 대한 정보 없이 일련의 수행 절차 단위로 기술되어 있기 때문에 이를 사용하는 작업자 관점에서는 해당 절차의 수행 배경 및 목표에 대한 인지가 어려운 경우가 있으며 이로 인해 결정적인 진단실패나 인지오류를 유발할 수 있다. 따라서 오류분석 관점에서 절차서 직무를 안전기능 수준에서부터 구체적인 기기 조작 수준까지 그 기술 수준을 분석하고 절차화된 직무의 목표와 수단 관계를 분석함으로써 직무의 유형을 파악하였다.

직무 절차의 기술 수준을 분석하기 위하여 Rasmussen<sup>9)</sup>의 지식 표현 방법을 기반으로 절차서 분석에 필요한 추상화 수준을 다음과 같이 정의하였다.

- Abstraction function level : 질량(mass)이나 에너지(energy)의 상태를 묘사하는 직무 기술 수준
- Process function level : 질량(mass)이나 에너지(energy)의 흐름(flow)을 묘사하는 절차 중 목표를 달성하는 다양한 방법이 있는 직무 기술 수준
- System function level : 특정 시스템의 기능(function)이나 상태(state)를 묘사하는 직무 기술 수준
- Component state/control level : 특정 기기의 상태나 조작을 묘사하는 직무 기술 수준

이와 같은 추상화 수준을 근거로 영광3,4호기 비상운전절차서<sup>10)</sup>에 대한 목표-수단 분석을 수행하였다. 일련 순서로 기술된 비상직무 절차의 직무목표(task goal)를 분석하고 직무목표와 세부 절차(step) 간의 논리적 관계를 분석하였다. 분석 결과, 원전 비상운전 직무는 모두 8개의 abstraction level의 직무목표, 27개의 process function level의 직무목표, 72개의 system/component function level의 직무 단위로 구분되었다. Table 3은 비상직무에 대한 추상화 계층 분석 결과의 일부를 보여주고 있다. 원전의 궁극적인 안전 목표인 방사능 물질의 외부 누출 차단을 달성하기 위해 필요한 안전기능과 각 안전기능을 만족하기 위해 필요한 공정기능, 그리고 각 공정기능을 유지하기 위해 필요한 관련 계통 등을 계층적 관계

로 표현하였다. Fig. 2는 목표-수단 분석 결과를 도식적인 형태로 표현한 것으로서, '원자로 냉각재 상실 사고(LOCA)' 절차서에 대한 목표-수단 분석 결과 중 일부를 보여주고 있다. 가로 축은 그림의 윗부분에 정의된 직무 목표와 직무 목표에 해당되는 세부 절차(절차서의 해당 번호와 논리적 관계)를 보여주며, 세로 축은 각 절차의 추상화 수준을 표시하고 있다. 이와 같은 목표-수단 분석을 통하여 직무의 논리적 구조와 절차서 기술 수준의 일관성을 분석할 수 있다.

### 4.2. 비상직무 유형 분석

비상운전절차서에 대한 구조적 정보분석(SIA)을 수행한 결과 다양한 직무유형을 파악할 수 있었다. 비상직무의 수행절차를 분석하여 직무 목적을 정의하고 수행절차와 논리적 관계를 분석하고, 수행절차 단위에서 작업자가 관찰하는 운전 변수를 분석한 후, 이를 바탕으로 직무유형을 분류하였다. 분석 결과 직무유형이 계통 수준의 직무 단위 관점에서는 72개로 구분되며, 물리적으로 동일한 수행 절차로 기술된 직무는 모두 86개가 있는 것으로 분석되었

Table 3. A part of abstraction hierarchy analysis on Emergency Tasks of Younggwang 3&4

궁극적 안전 목표		직무 목표			
		안전기능 수준 (AF)	공정 기능 수준 (PF)	계통기능 수준 (SF)	관련 계통 및 기기 (CF/CM)
방사능 물질의 방출 차단	핵연료 열 제거 유지	1차 계통 냉각재 순환	냉각재 강제 순환	원자로냉각재 펌프	
			냉각재 자연 순환	증기발생기 (SG)	
		비상노심 냉각재 주입	고압안전주입	고압안전주입계통	
			저압안전주입	저압안전주입계통	
			안전주입탱크 주입	안전주입탱크	
			비상노심냉각재 재고량 유지	재장전수탱크, 안전주입탱크	
			고온/저온관 재순환	고압/저압 안전주입계통	
			장기 냉각재 재순환	격납건물 집수조	
		원자로 정지	비상 봉산수 주입	정지봉 삽입	원자로 정지계통
				고압안전주입	고압안전주입계통
	봉산수 재고량 유지			재장전수탱크	
	CVCS 봉산수 주입			화학 및 체적제어계통	
	RCS 봉소 회석 방지		공학적안전계통 작동신호 Reset	고압/저압 안전주입계통 및 탱크	
			RCS 봉산 농도 감시	원자로냉각재계통	
			연결배관의 봉산 회석 점검	원자로냉각재계통 및 펌프	
			비상노심 냉각재 주입	고압안전주입	고압안전주입계통
				저압안전주입	저압안전주입계통
				안전주입탱크 주입	안전주입탱크
	공학적안전계통 작동신호 Reset	고압/저압 안전주입계통 및 탱크			
	가압기 수위 제어	충전 및 유출 유량 제어	화학 및 체적제어계통		
안전주입 유량 제어		고압안전주입계통			
LOCA 진단 및 파단 부위 차단		연계계통으로부터 RCS차단	안전감압, 정지냉각계통		
		CCW계통의 냉각재 누출 감시	CCW 방사능경보, CCW Surge 탱크		
고장SG 진단 및 격리		손상된 SG 파악 및 격리	증기발생기, 주증기, 보조급수, 주급수 계통		

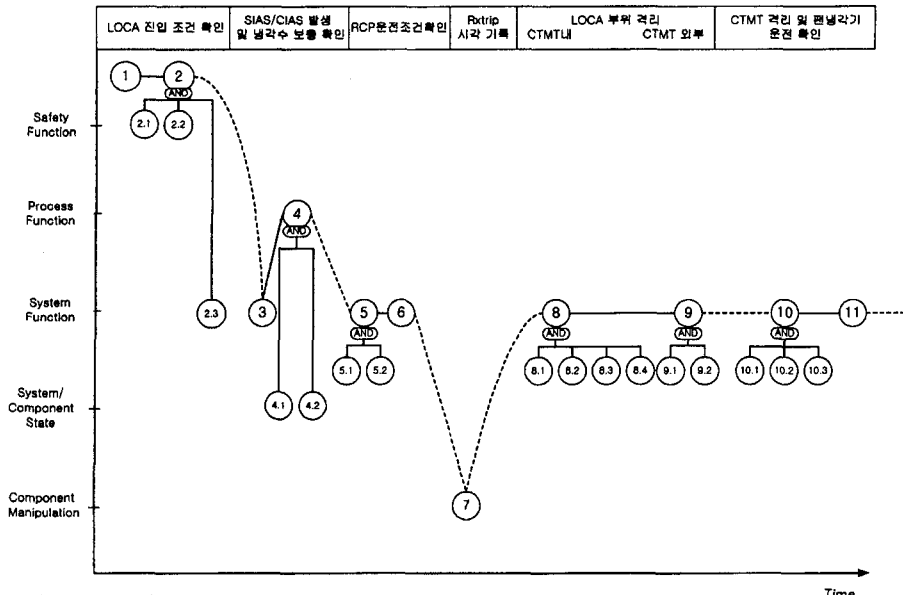


Fig. 2. A part of goal-means analysis for emergency tasks of LOCA procedure

다. 7개의 절차서로 구성된 비상운전절차서가 500페이지 이상의 분량이 되지만, 그 안에 기술된 모든 비상직무는 이들 86개의 기본 직무절차로 표현 가능한 것으로 밝혀졌다. 즉 86개의 직무유형이 원자력발전소 비상직무의 일반직무(generic task)라고 정의할 수 있다.

Table 4는 86개 일반직무(generic task) 절차 중 일부를 보여주고 있다. 표에서 보는 바와 같이 동일한 일반직무가 LOCA, SGTR, ESDE 절차서에 반복적으로 사용되고 있으며, 비상운전절차서의 모든 직무는 이들 86개의 일반직무로 표현될 수 있다. 실제

절차서에는 Table 4의 내용 중 절차번호, 예상 반응 및 조치, 불만족시 조치 사항이 two column 형태로 기술되어 있으나, 직무분석을 통하여 관련 절차별 직무목표, 절차별 수행 작업자, 관찰 운전정보, 관련 인지단계, 발생 가능한 오류유형 등을 분석하였다.

### 5. 결론

오류란 대상 직무를 수행하는 과정에서 발생하는 기대하는 결과로부터의 이탈(deviation)로서, 이를 분석하고 예측하기 위해서는 우선 대상 직무의 구조

Table 4. Sample of generic tasks of emergency operating procedures in NPPs

No	직무목표	절차번호	예상 반응 및 조치	관련 운전정보	불만족시 조치
59	SIAS/CIAS 동작확인	LOCA 4, SGTR 6, ESDE 4	만약 가압기 압력이 123.9 kg/cmA 이하이면, SIAS와 CIAS 동작을 확인한다. (첨부 8, 9)	가압기 압력, SIAS/CIAS 작동경보	만약 가압기 압력이 123.9kg/cmA 이하에서 SIAS 및 CIAS가 동작되지 않았으면, SIAS 및 CIAS를 수동작동시킨다. ◎ SIAS : EF-HS-102A/102B/102C/102D. ◎ CIAS : EF-HS-104A/104B/104C/ 104D
60	SI 유량 > = 최소유량 확인	LOCA 5, SGTR 7, ESDE 5	만약 SIAS가 발생되었으면, 다음을 모두 수행한다: ◎ SI 유량 확인: 최소유량 이상(첨부 2,3) ◎ 운전가능한 모든 HPSI와 LPSI 펌프 운전중 확인 ◎ 운전가능한 모든 충전펌프 기동.	SIAS 경보, HPSI/LPSI 유량, SI 펌프 상태, Chg 펌프 상태	◎ 만약 SI 유량이 최소유량 미만이면, SI 유량복구를 위해 다음 중 필요한 조치를 수행: ○ SI 펌프와 밸브에 대한 전원공급, ○ SI 유로의 밸브배열, ○ SI 펌프의 보조기기 운전, ○ SI 유량이 최소유량 이상으로 증가될 때까지, SI 펌프 추가 기동.

를 정확히 분석함으로써 발생 가능한 이탈의 유형과 가능성을 예측할 수 있다. 오류를 분석하고 평가하는 방법의 하나로서 인간신뢰도분석(HRA)이 원자력분야에서 널리 사용되어 왔다. 그러나 기존 HRA 방법은 오류확률을 정량적으로 평가하는 데만 초점을 맞추고 있는 한계점이 지적되면서, 오류분석을 위한 정성적인 직무분석의 중요성이 강조되고 있다. 따라서 원자력발전소를 비롯하여 석유 화학공장 등 대형 시스템 산업에서의 HRA 수행에는 대상 작업에 대한 체계적인 직무분석이 우선되어야 한다.

본 논문에서는 오류분석을 위한 직무분석 방법으로서 구조적 정보분석(SIA) 방법을 제안하고 이를 영광 3,4호기 비상운전절차서에 적용하여 직무 분석한 결과를 정리하였다. 구조적 정보분석은 시나리오 분석, 목표-수단 분석, 인지기능 분석 등 세 단계로 구성되어 있어 대상 직무의 구조를 거시적인 상황 정보에서부터 미시적인 인지단계의 정보 항목까지 분석함으로써 체계적인 직무분석을 지원할 수 있는 방법이다. 이 직무분석 방법을 표준 원전의 비상직무에 적용한 결과, 계통 수준에서 모두 72개의 직무 단위가 파악되었으며 동일한 직무형태로 기술된 일반직무(generic task)는 모두 86개로 분석되었다. 본 연구를 통해 도출한 직무유형 데이터베이스는 오류 분석 및 HRA를 위한 기술적 근거로 사용될 것이다. 본 논문에서는 원전의 비상직무에 대한 적용 결과를 정리하였는데, 동일한 방법과 절차가 국내 석유 화학공장의 안전성 평가에서도 유용하게 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

한편으로 원전 비상직무에 대한 구조적 직무분석(SIA) 방법의 적용을 통하여, 본 논문에서 제안하고 있는 방법이 경우에 따라서는 많은 분석 시간과 경험을 필요로 하는 것으로 밝혀졌다. 따라서 현장에서 HRA 분석자가 이 방법을 보다 쉽게 적용하기 위해서는 제안된 방법의 장점을 살리면서 보다 간

편히 수행할 수 있는 분석 절차와 분석을 지원할 수 있는 지원시스템의 개발이 필요할 것으로 사료된다.

## 참고문헌

- 1) Dougherty, E., "Human Reliability Analysis : Where shouldst thou turn?," *Journal of Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 29, No. 3, pp. 283 ~299, 1992.
- 2) Hollnagel, E., *Cognitive Reliability Assessment Methodology*, Academic Press, London. 1997.
- 3) USNRC, "Technical Basis and Implementation Guidelines for A Technique for Human Event Analysis (ATHEANA)," Draft Report for Comment, USNRC, 1998.
- 4) Kirwan, B., "A Guide to Task Analysis," Taylor & Francis, 1992.
- 5) 정윤형, "직무분석 평가기술 개발," 과학기술처, 1977.
- 6) Rasmussen, J., "Information Processing and Human-Machine Interaction: An Approach to Cognitive Engineering," Elsevier, 1986.
- 7) Kim, J. and Jung, W., "Proposal of Performance Influencing Factors for the Assessment of Human Error under Accident Management Situations," *Proceedings of International Conference of PSA*, Washington DC, 1999.
- 8) Jung, W., Kim, J. and Yoon W., "Structured Information Analysis for Human Reliability Analysis of Emergency Tasks in Nuclear Power Plants," *Journal of Reliability Engineering and System Safety*, Vol. 71, No. 1, pp. 213~32, 2001.
- 9) Yoon, W. C., Lee, Y. H., Kim, Y. S., "A Model-based and Computer-aided Approach to Analysis of Human Errors in Nuclear Power Plants," *Journal of Reliability Engineering and System Safety*, 51, pp. 43~52, 1996.
- 10) 한국전력, "영광 원자력 3,5호기 비상운전절차서," 1998.