



본 '기획'은 지난 5월 24~25일 열린 한국원자력학회 2001 춘계 학술 발표회 원자력 정책 세션 발표 논문 중에서 추린 것이다. (편집자)

원전 조직 및 인적 인자 평가를 위한 시스템 다이내믹스 모델 개발

유재국 · 안남성 · 허성철

한전전력연구원

원전의 조직 및 인적 인자에 대한 연구는 원전 안전성에 대한 지표의 체크리스트법과 확률론적 방법에 입각하여 주로 연구가 이루어졌다. 이러한 연구들은 기계론적 조직 모델에 입각하여 이루어졌기 때문에 전체적인 조직 수준에서 분석이 이루어지지 못했다. 따라서 조직 수준에서 인적 오류가 일어나게 된 근본적인 원인에 대해서 설명할 수가 없다. 이러한 제약 사항을 극복하기 위해서는 유기적 시스템 조직 모델에 입각하여 조직을 시스템적으로 분석하고, 조직 및 인적 인자의 상관 관계를 설명할 필요가 있다. 발전소 종사자들과의 인터뷰를 통하여 조직 및 인적 인자 평가를 위하여 변수들간의 인과 관계와 사회 시스템을 묘사하기에 적당한 시스템 다이내믹스 모델을 개발한다.

연구의 배경

원전의 안전성은 기계적 설계 및 기술적 지원으로 유지되는 한편, 원전의 조직 및 종사자의 인적 요인에 의해서도 영향을 받는다는 것이 주지의 사실이다.

그러나 원전을 구성하는 구성원들의 경력·학력 등 각 개인의 다양한 배경, 인간과 기계가 접촉하는 다양한 경로, 기계를 조작하는 인간의 심리적 상태의 비예측성, 그리고 작업자의 분업으로 인한 의사 소통 등의 문제로 연구의 어려움을 겪고 있다.

보다 중요한 것은 많은 연구에서

조직 및 인적 인자를 추출하여 현장에 적용하도록 권고하고 있으나, 원자력 발전 조직의 전체적인 맥락에서 잘 적용이 되며, 실제적으로 인간 오류에 의한 사고의 감소로 연결이 되는지에 대해서는 의문이 있다.

이러한 문제 의식을 가지고, 본 연구에서는 현재까지 연구되어 온 조직 및 인적 인자가 안전성에 미치는 영향에 대한 분석 방법에 대하여 검토해 본다. 이러한 방법의 한계점을 극복하기 위해서는 조직 및 인적 인자의 시스템적 접근 방법과 원전 조직의 전체적인 시스템 관점을 통하여 조직 및 인적 인자가 원전의 안전성에 미치는 영향 평가를 위한

시스템 다이내믹스(system dynamics) 모델(model)을 개발할 필요가 있다.

기존의 연구 동향

1. Checklist 조사 방법

원전의 안전성과 관련된 조직 및 인적 인자들을 나열하고 이를 지표화하여 대상 원전의 상태를 점검(check)하는 방법이다(한국원자력안전기술원(2000) ; 과학기술부(1998)).

예를 들면, 원전 종사자의 절차서 준수 여부, 안전성 관련 보고서나 서류의 비치 여부 및 작성 여부, 장

비 점검 확인 및 점검 일지 작성 여부, 필요 업무의 보직 유무의 확인, 업무의 명확성 여부 등을 감사나 평가 활동시에 활용하는 방법이다. 각 항목에 대해서는 가중치를 주어, 전체적인 안전성을 평가한다.

Checklist 조사 방법의 항목들은 원전 종사자들의 행동의 준거 기준으로 작용하여, 즉 안전 행위에 관하여 규범으로 되어, 원전 안전성 향상에 도움을 줄 수 있다. 또한 항목을 개발하기 위한 지표 선정의 과정에서 조직 및 인적 인자의 다양한 추출이 이루어져, 원전 조직에서 갖추어야 할 요인들을 나열하거나 이해하는 데 많은 도움을 준다.

Checklist 조사 방법은 원전의 안전성과 관련된 조직 행동이나 인간 행동의 가시적인 부분을 측정할 수밖에 없는데, 가령 종업원들간의 신뢰도 및 상사에 대한 신뢰도 등은 점검자 또는 검열자가 직접 확인할 수 없다는 한계를 지닌다. 내용이 형식화되면 원전 종사자의 행동은 최소 기준을 충족하는 데 그치게 될 수 있다. Checklist 방법은 조직에서 일어나는 공식적·형식적 사항에 대하여 주로 접근하고 비공식적으로 일어나는 사항들에 대해서 접근하기 어려우며, 인자들간의 관계를 알아보는 데에는 한계를 지닌다.

2. 확률론적 접근법

세계적으로 인간 오류에 대한 확

률론적 접근법은 많이 사용되고 있는데, THERP·SLIM·HCR 등의 방법이 주로 사용된다(OECD)(1999b); 제무성(2000)).

인간의 행위와 관련된 변수들을 포함한 원전 안전성에 대한 함수를 만들어, 기계적 안전성과 연관시켜 최종적으로는 인간 오류에 대한 확률을 기계적 결함 확률과 결합함으로써 원전의 안전성 향상을 도모한다.

인간 오류에 대한 확률론적 접근법은 보다 정교하고 정량적으로 인간 오류에 대처할 수 있지만, 다음과 같은 제한 사항을 갖는다.

첫째, 정태적(static) 방법론을 사용하였다. 인간 심리 상태 혹은 인간 오류의 확률은 상황에 따라 변화하는 동적(dynamic) 성격을 갖는데, 정태적 방법론을 채택함으로 인하여, 상황의 변화에 대하여 동일한 확률을 적용하게 되고, 시간 및 상황 변화에 의한 현실 설명력이 부족하다.

둘째, 인간 오류가 발생하는 것은 시스템 설계 밖에서 일어나는 경우가 많이 있는데, 확률론적 접근법은 오류를 시스템 내부에서 일어나는 오류와 인간 오류를 결합하고 있다. PRA/PSA의 논리는 왜 언제 PRA/PSA 속에 담겨있는 논리가 틀렸는가를 설명하지 못한다(Carroll and Perin, (1995)).

셋째, 조직 및 인간에 대한 기본관의 문제이다. 확률론적 접근법은

인간을 기계의 부품처럼 취급하는 기계론적 인간관(machine model)을 기반으로 한다. 인간은 기계와는 달리 동일한 조건에서 동일한 반응을 하지 않는다. 인간은 자극과 반응 사이에 인지와 해석이라는 정신 작용이 작용하는 의식적인 시스템이며, 조직은 의식을 갖는 인간들이 집합된 사회 시스템이다(Gharajedaghi, (1999)). 미시적 수준에서의 개인 행동에 대한 연구 경향은 거시적 차원인 조직적 수준에서의 인간 행동을 간과하였다.

넷째, 인간 오류에 영향을 미치는 변수(variable)들간의 상호 작용을 간과한 것과 인간 오류를 종속 변수로 다루는 데서 오는 문제이다. 인간은 의식을 가진 시스템으로서 인간의 오류에 의해 기계적 문제가 발생할 수 있지만 역으로 기계적 결함이 인간의 오류를 불러 올 수 있는 상호 관계에 대한 설명이 부족하다.

확률론적 접근법은 변수들간의 독립성을 가정하지만, 실제로는 상호 의존적인(interdependent) 변수들이다

시스템 조직으로서의 원자력발전소

1. 기계적 조직 모델로부터 유기체적 조직 모델로의 전환

Carroll과 Perin은 원전의 안전



성 향상 및 관리를 위하여 새로운 제언을 하였다(Carroll and Perin (1995)).

조직에 대한 기계적 가정과 유기체적 가정에서 무엇을 택할 것인가, 원전 조직의 활동 시스템(activity system)과 원전의 조직도에서 무엇이 더 현실성을 반영하는가, 공유된 지식의 사회적 분배의 문제(the social distribution of shared knowledge)와 마지막으로 환류로부터의 학습(dynamic learning from feedback)의 4가지이다.

그들이 이러한 질문을 던진 것은 현재까지의 원전의 조직 및 인적 인자의 연구가 되어온 기계적 조직 모델에서 파생된 많은 문제점을 극복하고자 하는 것이다.

기계적 조직 모델은 조직을 은유적으로 기계로써 간주함으로써 목표 달성을 위한 수단 혹은 도구로써 바라보는 것이다. 기계적 조직 모델은 안전성·정확성을 필요로 하는 조직과 대규모 조직에서 그 실효성이 인정된다.

현재에도 많은 조직이 기계적 조직 모델을 기초로 하여 설립되고 운영되는데, 조직의 목표를 가장 효율적으로 다룰 수 있는 조직관이다. 그러나 기계적 조직 모델은 몇 가지 문제점을 내포하고 있다.

첫째, 조직을 목표 달성을 위한 수단으로 보기에 조직을 구성하는 인간도 목표 달성을 위한 수단으로

간주한다. 따라서 의식적이고 창의적인 인간보다는 상부에서 결정된 명령이나 규칙에 의해서 자신의 행동 여부를 결정하기 때문에 자신의 소관이 아닌 사항에 대해서는 문제가 있어도 간과해 버리며, 자신의 업무가 아닌 일에는 관여나 책임질 일을 하지 않고 그 일을 기피하는 경향을 나타낸다(Morgan (1998)).

기계론적 조직 모형이 조직의 구조에 대해서 관심을 갖는 반면에, 유기체적 시스템 조직 모델(ecological system model)은 조직의 기능에 더욱 큰 관심을 갖는다.

조직이 유지하고 생존하기 위하여 외부 조직과의 관계 유지, 조직의 목표 달성을 위해서 기능의 조직화, 조직 유지를 위한 끊임없는 조직 구성원들의 상호 작용 등을 중요시한다(Scott (1987), Pfeffer and Salacik (1978)).

유기체적 시스템 조직 모델은 조직을 구성하는 구성 요소들이 서로 관계가 있음을 가정한다. 이러한 상관 관계는 다양한 경로를 구성하게 되고, 따라서 조직의 결과물은 하나의 방법에 의해 나타나는 것이 아니라 여러 경로를 통해서도 동일한 산출물을 낼 수 있다고 본다(Carroll and Perin, (1995)).

결과물을 산출하기 위한 경로의 다양성은 기계론적 조직 모델과는 차이가 있다. 유기체적 시스템 조직 모델은 시간에 대해서 관심을 가지

며, 자기 조직화(self organization) 및 환류작용(feedback) 등이 매우 중요한 역할을 한다.

원자력발전소의 조직과 관련하여 어떤 조직관에 의하여 연구를 접근하여야 하는가는 인간에 대한 가정과 목표를 달성하기 위한 경로 및 대안 예측 등에 많은 영향을 미친다. 따라서 보다 적절한 조직 모델을 고려할 필요가 있다.

2. 조직 학습 (organizational learning)

기계론적 조직 모델에서는 인간을 주어진 목표 달성을 위한 도구로 간주하기 때문에, 목표의 수정을 가져올 수 있는 학습에 대해서는 관심을 두지 않는다(박우순 (1996)).

조직은 인간으로 구성되어 있기 때문에 개인 각각의 학습이 매우 중요하다. 그러나 개인이 보유한 학습 능력이 곧 조직 전체의 학습 능력이 되지는 않는다.

조직의 학습 능력이나 메모리(memory)가 중요한 것은 개인이 가지고 있는 학습 능력을 조합하여 조직의 학습을 형성하는 일이다. 왜냐하면, 한 개인의 조직 이탈이 있어도 그가 가지고 있는 지식에 의존하지 않고 조직에서의 지식에 의존할 수 있어야 조직의 생존력이 커지기 때문이다.

인간의 행동과 판단은 불확실한 상황에서 이루어질 수밖에 없는데,

불확실성을 단순화하여 인간은 의사 결정을 내릴 수밖에 없다. 인간의 의사 결정은 합리적 의사 결정(Rational Decision Making)이 아닌 제한된 합리성(Bounded Rationality)에 입각하여 만족스러운 대안을 선택하게 된다(Simon (1957); Sternman (2000)).

의사 결정의 불확실성과 복잡성을 단순화는 방법으로는 만족화와 더불어 전문적 지식에 의존한 의사 결정, 그리고 확률에 의한 의사 결정을 추가적으로 생각할 수 있다.

이 때 사용되는 확률은 객관적 확률이 아니라 주관적 확률을 사용한다. 주관적 확률이란 복잡한 문제에 대해서 복잡성을 감소시키는 방법으로서 인간은 의사 결정시에 객관적 확률의 부정확한 반영 또는 특정 사건의 발생 가능성에 대한 인간의 느낌이라고 할 수 있다(Thomson and Van Houten (1970)).

인간의 의사 결정과 학습을 연결해 볼 때 개인에게 공유된 지식은 주관적 확률을 객관적 확률로 전환하는 데 기여하게 된다.

조직은 개인들로 구성되어 있기 때문에 개인의 학습이 조직의 학습으로 전이되는 것은 매우 중요한 문제가 아닐 수 없다. Kim은 조직 구성원들의 학습이 조직 학습으로 전이되는 과정에 대한 모델을 제시하고 있다.

이러한 모델이 중요한 것은 인간

의 조직에서의 행동에 대한 이해와 가정이 되는 정신 모델(mental model)을 밖으로 드러내어(Senge (1990)) 조직 구성원들의 상황적이고 분절된 학습을 줄이고 전이 기제(tranfer mechanism)를 향상시킬 수 있기 때문이다(Kim, 1993).

원전에서의 사고 분석을 통해서 학습이 이루어지지 않는 이유를 Carroll은 복합적 원인이 아닌 단일 원인으로의 귀착, 이해 가능한 범위에서의 사고 분석, 관리자층의 보고를 위한 사고 해석이 이루어지고 있다고 본다(Carroll (1998)).

원전에서의 사고를 통한 조직 학습이 중요한 것은 조직의 지식과 노하우(know-how)는 궁극적으로 개인의 머리속에 있고, 조직에 존재하지 않기 때문이다.

컴퓨터 시스템이나 문서에 기록되어 있는 정적 메모리(static memory)보다 사람이 더 중요하다(Kim, 1993). 각 개인의 머리 속에 있는 지식들이 조직의 지식으로 바뀌는 것이 매우 중요하다.

각 개인이 직면한 현상이 어디에서 출발하였는가를 분석하는 작업이 바로 학습이라고 한다면, 장비 고장이나 발전소 정지는 문제의 원인이 아니라 그 결과에 더 가깝다. 고장이 된 원인은 보다 더 깊숙한 곳에 있으며 그 원인을 추적하는 작업을 통하여 종사자들은 많은 것들을 학습할 수 있게 된다.

학습을 통하여 얻은 지식은 개인 행동으로 이식하고, 지식을 다른 사람들에게 전파·공유하여 다른 사람들의 행동에도 변화를 줄 수 있어야 한다. 원전에서의 사고 및 문제 분석은 종사자들의 자질을 향상시킬 수 있는 기회로 작용한다.

3. 원전 시스템에서의 인간 행동

원전에서의 인간 행위는 보다 거시적으로 파악되어야 할 필요가 있다. 원전 종사자의 행위는 개인의 심리 상태 속에서 나오는 개인적 수준의 행동과 조직의 직위로부터 나오는 조직적 수준의 행동으로 크게 대별할 수 있다. 개인적 수준에서의 판단과 행동에 대한 연구는 인간 공학이나 심리적 접근법을 통해 많이 이루어진 반면, 조직 수준에서의 행동에 대한 연구는 적은 편이다.

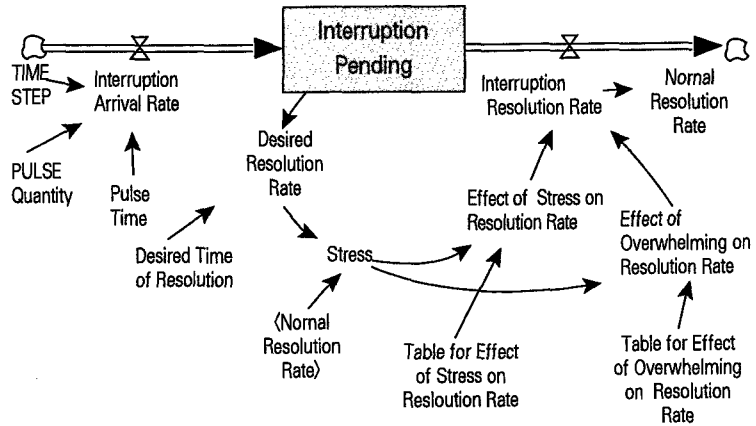
원전 종사자들의 행동의 많은 경우가 조직 속에서의 인간 행동이며, 행동에는 의식적이든 무의식적이든 조직 시스템의 제약 조건 아래에서 이루어진다.

조직 수준에서의 행동은 개인의 선호와는 관계 없이 조직이 선택한 행동 경로를 따라 이루어지는데, 여기에서 발생하는 개인 목표와 조직 목표의 갈등을 동기 부여나 갈등 해결 전략 등으로 다루었다.

조직이 요구하는 행위는 개인이 통제하기에는 너무 커다란 권위를 가지고 있을 뿐만 아니라 책임감과



조직 생활에 대한 이념적 교육을 통하여 원전 종사자들은 원전 조직이 내포하고 있는 규범을 내면화하여 행동하게 된다. 따라서 인간 행동의 근원이 되는 조직의 시스템 구조를 살펴보는 것은 중요한 의미를 가지며 구조 속에서 진행되는 일정한 양상(pattern) (OECD (1999a))을 분석해 봄으로써 원전 조직의 운영 효율을 도모할 수 있다(Anderson and Johnson (1997)).



〈그림 1〉 Interruption 이론의 시스템 다이내믹스 모델링 (Rudolph and Repenning (2000))

4. 운전원들의 사고 중단 (thinking interruption)

완전하게 자동화된 기계가 아닌 한 기계도 인간의 정비나 보수 등과 손길을 필요로 하기 때문에 원전에서의 인적 인자는 중요하다. 또한 인간의 조직 속에서 생활하기 때문에 조직에서의 규범과 구조는 인간 행위에 영향을 미친다. 따라서 조직의 구조와 시스템의 분석은 매우 중요하며, 인간 행동의 중요한 출발점이 된다.

원전 종사자들은 제한된 자원을 가지고 자신의 행동을 취하는데, 일의 처리는 순차적으로 해결되지 못한다. 하나의 행동을 취하더라도 그의 의식 속에는 자신이 처리해야 할 다른 여러 일들에 대한 생각이 자리 잡고 있다. 인간의 의식을 통제하는 것은 어려운 일이며, 그의 의식 속에 다중의 일이 자리잡지 않도록 환경을 조성해 주어야 한다.

Rudolph와 Repenning Mandler의 Interruption 이론을 바탕으로 한 시스템 다이내믹스의 모델은 원전 종사자들이 처리해야 할 업무량으로부터 받는 스트레스(stress)에 의한 사고 중단(thinking interruption)과 이로 인한 인적 오류의 가능성을 제시해준다.

이 모델링에서의 Interruption이란 '한 개인에게 있어 내재적 외재적으로 사고의 연속성·계획·처리 과정 행동의 완성을 방해하는 예상치 못하고, 비구조화된 사건'을 말한다(Rudolph and Repenning (2000)).

〈그림 1〉은 Interruption 이론을 모델링한 Stock and Flow Diagram이며, 〈그림 2〉는 이 모델의 시뮬레이션(simulation)의 결과로서 예상치 못했던 일들의 수준의

양에 따라 해결되지 못한 사건과 스트레스의 차이를 그래프로 표현한 것이다.

그래프의 결과를 해석하게 되면, 평소의 일상적인 일보다 약 1.1배(110%)까지는 별 문제 없이 충분히 일을 해결해 나갈 수 있지만 그 이상의 일의 부하(workload)가 생기면 해결되지 못한 일(interruption pending)과 스트레스(stress)는 증가하는 모습을 보여준다. 원전종사자의 경우에도 이러한 이론과 모델의 적용은 유용할 것이다.

발전소 종사자외의 인터뷰를 통한 조직 시스템의 분석

1. 시스템 다이내믹스

시스템 다이내믹스(system dynamics)는 1960년대 초 미국의

MIT 경영대학원인 Sloan School of Jay Forrester에 의해서 개발된 경영학 도구이며, 복잡한 사회적 시스템을 정량적으로 묘사할 수 있는 분석 도구이다.

시스템 다이내믹스는 다음과 같은 점에서 유용성이 있다.

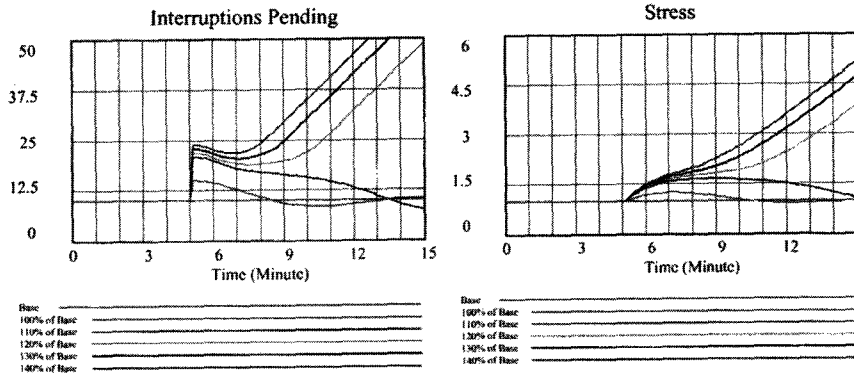
- ① 원인이 곧 결과이며 결과가 다시 원인이 되는 환류(Feedback)를 표현할 수 있다.
- ② 시간적 지연을 고려할 수 있다.
- ③ 사회의 동태성 분석이 용이하다.

시스템 다이내믹스는 사회 현상을 설명하는 인자들보다는 그 인자들간의 시스템적 구조에 더 관심을 가지며 장기적인 정책 및 예측에 유용한 기법이다.

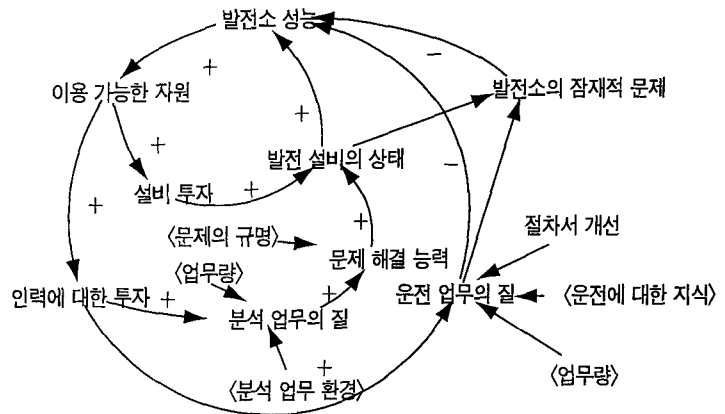
2. 발전소 종사자들과의 면담 (interview)

조직의 시스템 구조는 조직도에 나타나 있는 구조와는 다르다. 조직에서 실제적으로 정보와 물질이 이동하는 경로, 즉 공식적 비공식적 구조를 포함한 시스템 분석이 이루어질 때 보다 장기적인 안전성을 도모할 수 있을 것이다.

실질적인 조직의 시스템은 시스템의 구성원들이 가장 잘 알고 있으며, 이를 살펴보기 위해서 지난 2000년 12월에 고리 1·2 발전소의 각 계층의 종사자들을 대상으로 면담을 실시하였다. 이 인터뷰를 통



〈그림 2〉 Interruption 이론의 시스템 다이내믹스 모델 시뮬레이션 결과 (Rudolph and Reppenning (2000))



〈그림 3〉 원전 조직 시스템의 개괄적 CLD

해서 얻은 자료를 가지고 Causal Loop Diagram을 작성하였으며, 이후에 2001년 3월 12일에 다시 작성된 Causal Loop Diagram의 정확성을 높이기 위해서 재인터뷰를 실시하였다.

면담의 주내용은 원전의 시스템을 알아보기 위해서 업무에 투입되

는 시간 자원의 할당과 정보 및 물질의 흐름의 과정과 기능에 대한 것이었다.

3. 인터뷰를 기반으로 한 원전 시스템의 모델링 개발

가. 원전 시스템의 개괄(그림 3) 발전소의 안전성에 영향을 미치



는 요인으로는 발전소의 설비 상태와 운전원의 업무의 질에 의해서 영향을 받는다.

또한 이 두 개의 요인에 의해서 이용 가능한 여유 자원, 즉 수익이 발생하고 이 금액으로 설비와 인력에 투자를 하여 설비 개선과 인력 훈련 등에 사용된다.

설비 개선과 인력에 대한 투자는 다시 발전소의 성능과 안전과 관련된 설비의 잠재적 문제에 영향을 미치는 순환 과정을 나타낸다.

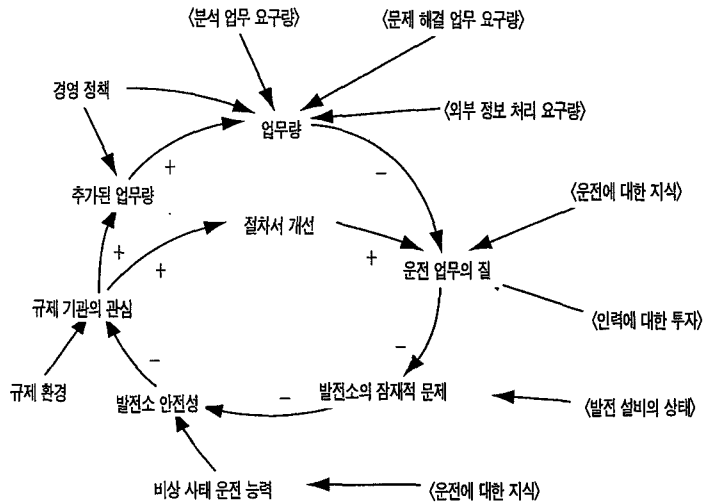
나. 규제 기관의 규제 활동이 원전의 안전성에 미치는 영향(그림 4)

규제 활동은 발전소의 안전성에 대한 관심으로부터 시작된다. 발전소의 안전성이 낮아질수록 규제 활동이 많아지게 되는데, 규제 활동이 일어나게 되면 규제의 기준을 충족시키기 위한 활동과 업무가 추가되어 업무량과 절차서 개선 작업이 증가하게 된다.

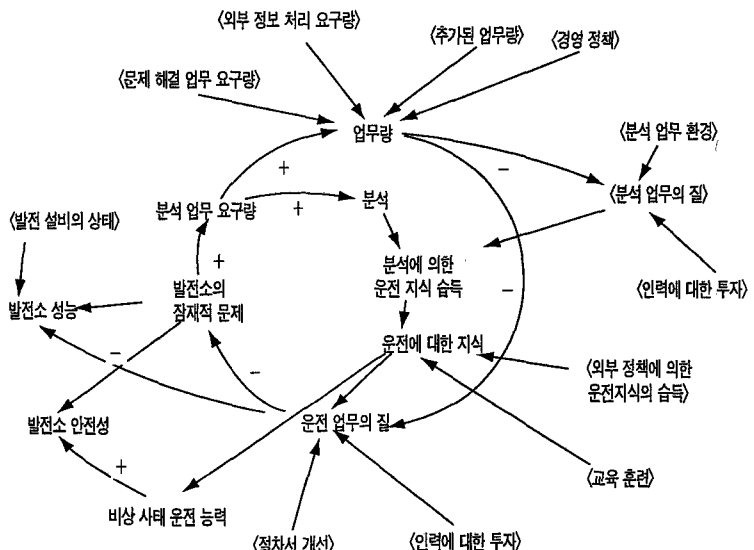
업무량은 운전 업무의 질에 영향을 미치게 되는데, 이는 다시 안전성에 영향을 미치어 다시 규제 기관의 활동에 영향을 미치게 된다.

규제 활동은 절차서 개선 작업을 통하여 운전 업무의 질을 향상시켜 안전성에 기여할 수 있는데, 다른 한편으로 운전과 관계없는 업무가 증가하게 되면 업무의 질이 떨어져 다시 규제 활동이 강화되는 악순환을 나타낼 수 있다.

다. 원전 내부에서의 학습(그림 5)



〈그림 4〉 규제 활동과 발전소 안전성의 CLD



〈그림 5〉 원전 내부 정보에 의한 학습 CLD

운전원들의 학습의 중요성은 운전원들의 학습에 매우 중요한 요소인데, 학습 과정을 통해서 운전원 개인이 지니고 있는 암묵적 지식이



발전소의 안전성은 발전소가 가지고 있는 잠재적인 문제에 의해 발생하게 된다. 운전원들이나 정비 요원들이 이를 발견하여 해결하는 일이 발전소의 안전성에 영향을 미친다.

해결을 요구하는 업무량은 전체 업무량(외부 정보 처리 요구량, 추가 업무량, 분석 업무 요구량, 경영 정책에 의해 발생된 업무량)에 의해서 제한된 시간을 가지고 풀어야 한다. 전체 업무량에 따른 상대적인 분석 업무에 할애하는 시간에 따라 분석의 질은 영향을 받아 문제 해결 능력이 결정된다.

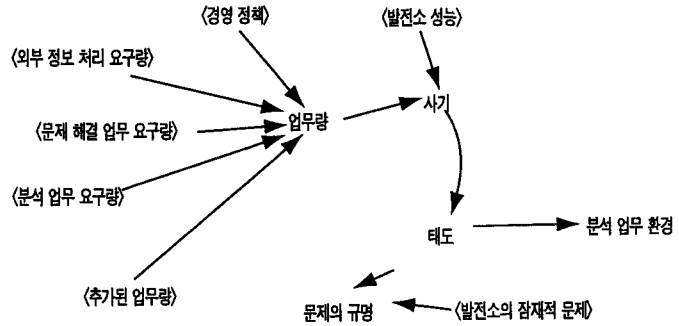
종사자들의 문제 해결 능력이 좋으면 좋을수록 발전 설비의 상태는 좋아지는데, 설비 상태가 좋을수록 잠재적 문제는 적어지고 발전소의 안전성은 향상될 수 있다.

바. 종사자의 사기와 태도(그림 8)

(그림 8)은 종사자의 사기와 태도에 대한 변수들의 관계이다. 원전 종사자들은 업무량과 발전소의 성능에 의해 사기에 영향을 미치고 사기는 업무 태도에 긍정적인 영향을 미친다. 이러한 사기와 업무에 대한 태도는 업무 분석 환경과 문제 규명에 영향을 미치게 된다.

향후 과제 및 결론

원전의 인적 및 조직 요인을 연구하기 위한 활동은 인자의 나열이나 이를 지표로 통해 접근을 하거나 인



〈그림 8〉 사기와 태도

간 행위에 대해서 확률적으로 접근하였는데, 그것은 원전의 사고나 문제에 대해서 인적 오류가 왜 발생하였는가에 대한 근본적인 해답을 제시해 주지 못한다.

인적 오류에 대한 원인을 찾기 어려운 것은 기계와 인간의 상호 작용이 원전의 조직적 수준에서 이루어질 뿐만 아니라, 사고나 문제가 나타나기까지는 다양한 원인이 복합적으로 조합되고 인자들간에 상호 영향을 미치는 데에 시간적 지연이 존재하기 때문이다.

이 문제점을 극복하기 위해서는 조직의 시스템 구조를 분석함으로써 조직 수준의 원인을 밝힐 수 있다.

시스템 다이내믹스는 원전의 조직 및 인적 인자의 상호 관계를 표현하는 데 유용한 도구이다. 사고 중단(thinking interruption)의 이론은 원전에서 인적 오류가 발생하는, 즉 시스템 밖에서 일어나는

경우에 대한 설득력을 제공하고 있으며, 사고 중단 이론과 시스템 다이내믹스의 모델을 통한 조직 및 인적 인자에 의해서 발전소의 안전성에 어떤 영향을 미치는가를 시뮬레이션할 수 있을 것이다.

지금까지 시스템 다이내믹스 모델 작성을 위한 변수의 파악과 변수들간의 인과 관계를 살펴 보기 위하여 Causal Loop Diagram을 작성하였는데, 모델 및 시뮬레이션을 만들기 위해서는 앞으로 정량화를 위한 자료 수집과 Stock Flow Diagram의 작성이 필요하다.

본 연구는 과학기술부가 지원하는 원자력 연구개발 중장기 과제 중 「조직 및 인적 인자 평가 기술 개발」 과제의 일환으로 수행하였다.

〈참고 문헌〉

[1] Anderson, Virginia and Johnson, Lauren (1997).

- System Thinking Basis : From concepts to causal loops, pegasus Communication, Inc.:MA.
- [2] Carroll, John S. (1998), Organizational Learning Activities in High-Hazard Industries:The Logics Underlying Self-Analysis, Journal of Management Studies, Blackwell Publisher LTD.:MA.
- [3] Carroll, John S.,Perin, Constance(1995). Organizing and Managing for Safe Production:New Frameworks, New Question, New Actions, MIT, Center for Energy Policy Research Working Paper NSP 95-005:MA.
- [4] Gharajedaghi, Jamshid (1999). System Thinking : Managing Chaos and Complexity: a platform for designing business architecture, Butterworth Heinemann:MA.
- [5] IAEA (2000), Operational Safety Performance Indicator for Nuclear Power Plants, Vienna, Austria. IAEA-TECHDOC-1141.
- [6] Kim, Daniel. H.(1993) The Link Between Individual and Organizational Learning, Sloan Management Review, 1993 Fall 48.
- [7] Morgan, Gareth(1998), Image of Organization, Executive ed, Sage:CA.
- [8] OECD(1999a), The Role of the Nuclear Regulator in Promoting and Evaluating Safety Culture, Nuclear Energy Agency.
- [9] OECD(1999b), Identification and Assessment of Organizational Factors Related to the Safety of NPPs, Nuclear Energy Agency Committee on the Safety of Nuclear Installations, NEA/SCNI(98)17/VOL2.
- [10] Pfeffer, Jeffrey and Salancik, Gerald R. (1978). The External Control of Organizations : Resource Dependence Perspective, NY, Harper & Row, Publisher.
- [11] Rudolph, Jenny W. and Repenning, Nelson P.(2000), Disaster Dynamics:Understanding the Role of Interruption and Stress in Organization Collapse.
- [12] Scott, Richard (1987). Organizations:Rational, Natural, and Open Systems, 2nd ed., Englewood Cliffs, Prentice-Hall,Inc.:NJ.
- [13] Senge, Peter(1990), The Fifth Discipline:The Art & Practice of The Learning Organization, Doubleday :NY.
- [14] Simon, Herber A. (1957), Administrative behavior; A Study of Decision-Making Processes in Administrative Organizations, 2nded, Macmillan:NY.
- [15] Sterman, John D. (2000), Business Dynamics : System Thinking and Modeling for a Complex World, McGraw Hill.
- [16] Thompson, James D., Van Houten, Donald R. (1970). The Behavioral Sciences:An Interpretation, Addison-Wesley Publishing Co.:MA,(Wanky Paik(Korean trans.)(1982). Samyoungsa Publishing Co.)
- [17] 과학기술부 (199?). 확률론적 안전성평가 국제공동연구, 원자력안전기술원, KINS/GR-203.
- [18] 박우순 (1996), 현대조직론, 법문사:서울.
- [19] 제무성 (2000), 조직의 안전 문화(Safety Culture)가 안전성에 미치는 영향 연구, 미출판.
- [20] 한국원자력안전기술원 (2000.12.12). 가동원전 주기적안전성평가 제도화 방향, KINS/GR-210.