

人的要因分野에서의 研究開發 現況

TMI발전소 事故以後 原子力産業界에서는 人的要因(Fuman Factor)의 중요성에 대한 認識이 가장 중요한 要素로 대두되었다. 그후에도 다른 여러 산업분야에서 많은 사고나 재해가 발생되었으며, 이러한 재해나 사고로 말미암아 휴먼팩터의 중요성에 더 많은 관심이 집중되었다.

Michel Llory <프랑스電力廳>

Maurice Gomolinski <프랑스原子力廳>

과거의 경험으로부터 어떤 교훈을 얻을 수 있을까? 인간의 실수는 흔히 각종 사고의 주요 원인이며, 이런 사고는 여러가지 활동을 하는 사람으로 구성된 인간조직체 속에는 그 본래의 기능을 阻止하는 어떤 逆機能이 숨겨져 있음을 드러내고 있다. 이런 관점에서 각종 기술적인 工程을 실제로 조종하는 운전원이나 종사자만이 비난의 대상이 되어서는 안될 것이다.

그러므로 기술적인 사항을 다루는 어떤 조직체가 문제를 일으켰다면 그것은 畧的으로 그 조직체 자체의 신뢰성이나 안전성을 문제로 삼아야 할 것이다. 휴먼팩터분야에서의 연구개발은 휴먼팩터 속에 숨겨진 여러가지 요소에 대한 이해를 증진시키는데 목표를 두어야 할 것이다.

휴먼팩터가 개입되는 문제는 대단히 복잡하기 때문에 인간공학, 심리학, 정신사회학, 정신병리학 등 사람을 연구대상으로 하는 人間科學의 모든 部門이 연구개발 초기단계부터 불가피하게 動員되게 되었다.

本稿에서는 휴먼팩터분야의 연구개발사업의 목적과 動機를 먼저 설명하고, 세가지 연구사례와 연구종사자들의 관심사를 통해 휴먼팩터

분야에서 研究開發活動의 現況을 알아보고자 한다.

아울러 本稿에서는 원자력관련 플랜트(원자력발전소, 재처리공장, 농축공장 등)를 대상으로 이들 플랜트의 운전이나 보수작업에서 실제로 일어나는 문제점에 국한하여 설명하고 있다.

1. 人的要因研究의 目的과 動機

TMI발전소 사고이후 원자력발전소에서 발생하는 각종 사고는 그 자체가 휴먼팩터분야에서 각종 연구의 始發點이 되어왔다. 이들 사고는 인간의 행동과 인간의 실수 사이에는 運命的인 불가분의 관계가 있다는 사실을 認定하는데 기여하였으며, 모든 산업계가 이 사실을 인정하게 되었다.

“인간은 不完全하며 실수를 하게 마련”이라는 사실을 인정함으로써 인간의 행동을 제약하는 각종 規定이나 節次書의 내용이 더욱 강화되었고 그 數도 증가되었으며 裝置의 自動化를 증가시켰을 뿐만 아니라 어렵고 복잡한 공정에서 人的要因을 배제하기 위해 電算機를 導入한 장치(Computer aided devices)의 개발을 촉진

시켰다.

그러나 지난 수년간의 휴먼팩터에 대한 세밀한 분석의 결과를 볼때, 자동장치의 개발이나 전산기의 도입이 안전성 향상을 가져왔다고 단언할 수는 없음을 알 수 있다.

안전에 대한 要求의 增大와 위험요소에 대한 인식의 증대로 인간의 실수를 더욱 세밀하게 조사하기에 이르렀다. 이러한 상황은 물샐틈 없는 警戒心, 예리한 六感, 직업적인 노·하우, 상황에 대처할 수 있는 融通性이나 適應力 등 職業을 위해 개발된 사람이 갖고 있는 才能이나 능력에 대한 연구결과와 인간의 행동에 있어 적극적인 면을 無視 내지는 低評價하고 오히려 消極的인 側面을 부각시키는 결과를 초래하게 되었다.

그러므로 운전원이나 종사자로서 개발된 특수한 능력, 일에 대한 노·하우, 그리고 원자력 발전소와 같이 복잡한 시설의 운전과 보수작업에 필요한 여러가지 適性을 관찰하고 이해하기 위해서는 작업에 임하는 사람에 대한 연구태도에 있어 과거보다 더 강력하고 조직적인 방법의 개발이 요구되고 있다. 지난 십여년간 유럽의 인간공학이 정상적인 상황이나 일상적인 작업을 연구대상으로 해온 바와 같이 이들에 대한 각별한 평가가 요구된다.

2. 正常狀況下의 人的要因에 대한 理解

2.1. 人間工學的 研究

틀에 박힌 기기조작이나 매일 되풀이되는 日常的인 일, 발전소에서 보통 발생되는 정상적인 변동사항, 흔히 일어나는 소규모 사고나 고장 등과 같은 정상적인 근무상황에서 自己業務를 수행하는 사람들의 現象을 이해하거나 파악하는 過程에서 나타나는 경향에 대해 주의해 볼만하다. 이러한 面들에 대한 연구는 새로운 시스템을 설치하거나 改造하기 전에 단순히 參

考로 사용하기 위해 수행되어 왔으며, 개발되고 있는 새로운 장치나 機器의 타당성을 확인하기 위한 指針으로 이용하기 위해 수행되어 왔다.

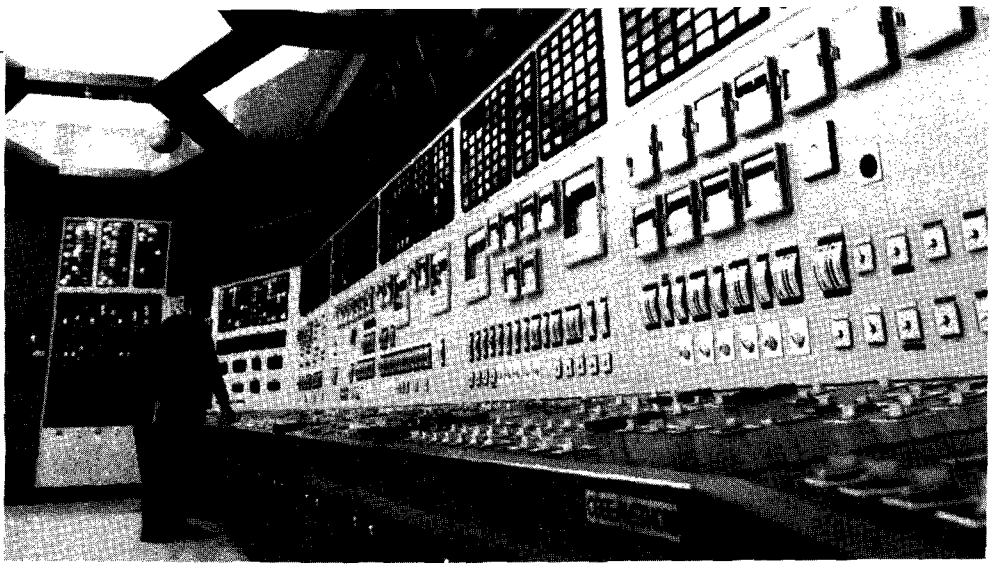
4개의 발전소 現場에서 관찰한 결과를 토대로 自信을 갖고 들뜬 분위기 속에서 推進된 N4 발전소에 설치된 중앙제어실의 模擬제어반인 S3C 시뮬레이터에서 수행되고 있는 관찰이나 시험의 경우가 바로 그러한 예이다.

현재 상황이나 현상을 분석하는 작업은 計劃된 修正作業 보다 先行하여 수행되거나, 현재의 作業 慣例를 변경하기 전에 先行하여 수행되는 것으로 여겨진다. 既存 발전소에서 중앙제어실 運營의 組織의 側面을 대상으로 한 研究事例는 이러한 必要에 副應한 것으로 기존 상황으로 부터 새로운 작업상황을 推定해 내거나, 새로운 상황에 대하여 提起되는 見解를 최소한 올바르게 하고, 기초가 되는 설계개념을 支持하기 위해 수행된 것을 보여준다.

이러한 연구는 일의 分配, 종사자 間的 對話, 종사자가 담당하는 기기, 발전소의 支援부서와 보수부서, 그리고 운전부서 간의 관계를 연구 대상으로 포함하였으며, 낮동안에 일어나는 여러가지 활동이나, 특히 晝夜間 근무 사이의 비교도 분석대상이 되었다.

이와 같이 매우 세밀한 분석을 통해 現存 원자력발전소 중앙제어실에서 일어나는 운전원의 활동을 비교적 정확한 모습으로 그려내게 되었다.

또 하나의 예로 放射線照射用 원자로인 OSIRIS에서 수행한 연구를 들 수 있다. 이곳의 작업장에서는 변화가 많고 실험공, 기계공, 제어실 운전원, 高放射性物質 취급기술자 등 많은 사람이 일하고 있다. 각 업무의 특성에 맞게 개발된 검토방안에 따라 모든 업무가 면밀히 연구되었다. 여기서 한가지 구체적인 예로 원자로 用水處理系統의 再生設備의 운전에 관한 관찰을 인용하고자 한다.



이 운전을 위해 공식적으로 사용되는 節次書가 물론 있다. 관찰을 통해 기계 운전원이 실제로 조작하는 방법과 절차서의 내용을 비교할 수 있었다. 관찰결과 그 운전원은 절차서에 의해 關閉하도록 되어있는 제어밸브를 사용하지 않고 다른 밸브를 이용하는 것이 밝혀졌다. 이유는 밸브의 位置 문제와 再生效果의 문제였다. 절차서에서 공식적으로 추천하는 방법과 다른 방법을 선택함으로써 그 운전원은 밸브조작 횟수를 줄이고 조작을 위해 往復하는 거리를 줄여 더 빠른 시간내에 그의 임무를 끝낼 수 있었다. 이 연구결과로 여러가지 절차서를 고치게 되었다.

2.2. 精神社會學의 研究

휴먼팩터에 대한 좀 더 일반적인 이해 증진을 목적으로, 또한 作業慣例의 변경에 관여하는 실무자들에 대한 여론조사를 목적으로 하는 여러가지 實查나 分析作業을 통해 illian적으로 人間工學의 관찰이 補強되었다.

N4 발전소에 설치된 중앙제어실설계의 기본 원리를 다루는 質問書, 그 사업의 장점이나 취약점을 구체적으로 다루거나 새 제어실에서 일하게 될 때 예상되는 추정 효과를 다루는 質問書, 또는 운전원들의 제안을 수집할 목적으로 만든 質問書 등의 質問書를 이용한 設問調査는

어떤 기존 원자력발전소의 중앙제어실 운영의 조직적 측면 만을 대상으로 하는 기존 절차서에 대한 分析結果를 한층 더 補強해 주었다.

좀 더 넓은 관점으로 볼때 원자력산업의 독특한 특성은 위험도와 스트레스(Stress)에 대한 認識을 이해하기 위해 필요한 여러가지 要素에 대하여 定義를 내리는 시도를 하기에 이르렀다.

방사선 위험에 대한 認識상대는 放射線 防護 教育에 참석한 종사자들이 직접 말하는 의견을 중심으로 연구되었다.

放射能의 위험은 어떻게 인식되고 있는가? 이러한 인식은 그들의 일하는 방법에 어떤 영향을 미치고 있는가? 발전소의 상태에 관한 質問이나 특수한 전문분야에서 제기된 答하기 어려운 많은 질문을 이용하였다. 다른 한편 방사선과 관련된 문제를 직접 다루기 위해 여러가지 다른 部類에 속하는 사람을 대상으로 하는 방사선방호 教育課程을 주기적으로 참관하였으며, 이러한 클래스는 이와 같은 課題를 연구하는데 적합한 기회를 제공해 주었다.

스트레스 문제도 원자력발전소에서 매우 상세하게 연구하게 되었다. 인간공학적 견지에서 이미 연구된 여러 작업장에 접합하게 작성된 質問書에 대한 答으로부터 일종의 "Stress Map"을 작성했다.

3. 事故狀況에서 行動

사고를 직면했을때 운전원들의 행동을 분석하는 작업의 일환으로 EDF社 훈련센터의 시뮬레이터를 이용하여 再現된 狀況을 대상으로한 여러 시험프로그램이 1979년 부터 정규적으로 실시되어 왔다.

이들 시험은 특별히 동원된 교대근무팀과 함께 수행됐으며, 이들은 그들이 일하는 발전소에서 사고가 실제로 일어난 것처럼 행동할 것을 요청받았다. 특히, 시험을 주관하는 者들은 그들이 사고를 수습하기 위해 사용하는 도구를 자유자재로 선택할 수 있게 내버려 두었다.

시험기간동안 3명의 관찰자(엔지니어와 인간공학전문가로 구성)가 시험의 진행을 감시하였다. 훈련센터로 부터 차출된 講師가 시뮬레이터를 조종하였고, 중앙제어실밖에서 일하는 사람들의 역할을 담당하였다.

상황을 재현시켜 수행되는 각종 시험프로그램의 목적과 利點은 다음과 같다.

○이러한 시험은 사고상태에서 예상될 수 있는 행동 모형을 확률론적으로 점검할 수 있는 유일한 방법이다. 이 시험을 통해 사고를 진단하고, 주요 안전조치를 수행하는데 소요되는 시간을 측정하거나, 운전원의 실수를 분석 또는 분류하고, 실수가 일어날 확률이나 그 실수를 복구할 수 있는 확률을 측정할 수 있다.

○상황 재현을 이용한 시험으로 자주 일어나는 전형적인 실수와 訓練에 의해 메꾸어질 수 있는 어떤 “틈(Gap)”을 찾아낼 수 있었다. 이것은 초보자나 숙련공의 훈련과정 수립에 도입되어 온 상황분석시험의 가장 주요한 목적 가운데 하나다.

○또 이들 분석시험은 맨·머신·인터페이스 면에서 개선이 요구되는 점들을 찾아내는데 이용될 수 있다.

○마지막으로 이러한 분석시험의 목적은 운전부서의 성과에 영향을 미칠 수 있는 조직적

측면의 요소를 찾아내고 분석하는 것이다. 이런 요소로는 운전습관, 사고시 혼란한 상황에서 부서원간의 업무분배, 안전 및 방사선방호 기술자의 역할분석 등을 포함한다.

4. 結 論

실제적인 狀況, 즉 발전소나 시뮬레이터(事故의 경우)에서 일어나는 인간의 행동에 대한 필요성을 설명하기 위한 시도를 해 보았다. 現場은 연구의 始發點을 제공하기도 하며, 때로는 靈感을 제공하기도 하는 각종 경험을 토대로 하는 연구의 場을 제공한다. 한편 경험은 사고의 확인이나 예방과 같은 안전성을 향상시키는 효과적인 방안의 원천일 수 있으며, 이런 경험을 잘 조사하여 보면 여러가지 妙案이나 研究課題를 얻어낼 수 있다.

標準화된 원자력발전소를 가지고 있는 프랑스는 이런 點에서 매우 유리한 위치에 있음에 틀림없다.

우리는 “발전소 自動化와 심각한 事故”라는 두가지 主題가 멀지않아 틀림없이 제기될 것으로 믿는다. 자동화가 반드시 萬能의 해결책이 아님을 앞에서 언급한 바 있다. 그렇다 하더라도 N4 발전소의 중앙제어실 설계는 틀림없이 원자력발전소의 자동화를 증가시킬 것이다. 현재 사용하고 있는 事故 中心의 절차서(Event Procedures)를 대체하여 狀況중심의 절차서(Status Procedures)의 체계적인 이용도 마찬가지로 증가될 것이다.

심각한 사고로 부터 유도되는 많은 연구개발은 지금도 계속 새로운 성과를 얻어내고 있다. 다른 산업분야에서 얻은 교훈을 포함하여, 심각한 사고에서의 휴먼팩터의 寄與를 더욱더 면밀히 검토할 필요가 있음은 의심의 여지가 없다.