

인적오류 예방을 위한 재해분석시스템의 개발[■]

- Development of Accident Analysis System for Human Error Prevention -

정 병 용*

Jeong Byung Yong*

이 재 득*

Lee Jae Deuk*

양 승 태**

Yang Seung Tae**

Abstract

Accident analyses are used to identify common factors contributing to occupational accidents and to give recommendations for accident prevention. In this study we developed a human error analysis system that can be used easily at the industries. This accident analysis system can be used to develop accident prevention programs to reduce human initiated accidents.

Key-word : Human error Prevention system.

1. 서론

산업 현장의 시설물들이 주로 자동화나 기계화됨에 따라 인간의 작업도 육체적 능력에 의존하던 작업에서 감시, 제어 작업 쪽으로 변모하고 있다. 그럼에도 불구하고 현재까지 국내에서는 인적 오류에 의해 발생한 산업재해에 관하여 체계적으로 분석하여 산업 현장에서 직접적으로 활용할 수 있도록 한 연구 결과는 부족한 실정이다.

현재 우리나라의 산업 재해 분석은 산업 재해 조사표와 요양신청서에 근거하여 이루어지고 있어 주로 재해로 인한 결과와 손실 상태를 위주만을 파악하게 되므로, 실질적으로 존재하는 인적 오류에 관한 체계적인 정보를 분석하여 재해 예방 대책에 이용하고 있지 못한 상황이다.

* 한성대 산업공학과, ** 한국산업안전공단

■ 본 연구는 2003년도 한성대학교 교내연구비 지원과제 임

또한, 산업 재해 사고 분석시의 인적 오류 원인을 분석하는 자체가 피해 근로자의 보상과 관련하여 불이익을 받을 것이라 여겨 사고 발생에 관한 인적 오류의 원인을 파악하는데 어려움을 겪고 있다. 이에 따라 산업 및 작업 유형별 재해의 발생 원인으로 인적 오류에 대한 체계적 분석이 미비한 상태이다.

따라서, 산업 현장에서 직접적으로 활용할 수 있도록 사업장에서 발생할 수 있는 인적 오류를 체계적으로 분류하고 중요 원인들을 파악하여 재해 예방 대책을 제시하여 주는 인적 오류 방지용 전산 지원 시스템의 개발이 절실하게 요구된다. 본 연구에서는 전문적인 인적오류 분석 전문가가 아니더라도 인적오류에 관한 관점에서 분석을 용이하게 도와줄 수 있는 인간오류 분석용 지원 시스템을 개발하는데 목적이 있다.

2. 인적오류 분석 시스템의 개발 원리

2.1 인적오류 분석 및 평가 원리

본 연구에서는 오류 발생에 영향을 준 중요 요인들을 선정하고 이들 요인들에 대해 상세한 분석을 수행하기 위하여 오류의 영향도에 대한 상대적 가중치를 구하였고, 이를 근거로 요인들에 대한 파레토 분석을 수행함으로써 오류의 영향 정도에 근거하여 요인들을 그룹핑하는 방법론을 개발하였다.

본 연구에서는 수행도 형성인자(Performance Shaping Factor: PSF)들과 결합하여 작업의 성공 가능성을 추정하는 방법인 SLIM기법에서 적용되었던 PSFs의 가중치를 구하는 방법을 활용하였다. 각 요인들에 대한 영향도 점수를 0점에서 100점까지의 점수로 부여하도록 하였다. 그리고 각 요인들에 대한 점수를 모두 합한 값으로 각 요인들의 점수를 나누어 줌으로써 각 요인들의 상대적 가중치를 구하였다. 즉, 각 요인들의 가중치는 다음의 식에 의하여 구하였다.

$$\text{요인 } i \text{의 가중치} = \text{요인 } i \text{의 영향도점수} / \sum(\text{모든요인의 영향도점수})$$

파레토 분석은 ABC분석이라고도 하며 고려해야 할 요인이 너무 많을 경우 ABC분류에 따라 고려 요인을 세 그룹으로 나누는 것을 말한다. 본 연구에서는 그룹에 포함된 요인들의 중요도 합계에 의하여 각 요인들을 중요도에 따라 세 그룹으로 분류한다. 즉, 그룹 A에는 요인들의 중요도의 합계가 0.50(50%)로 요인의 수 10-15% 정도를 포함하고, 그룹 B에는 중요도의 합계가 0.35(35%)로 요인의 수 30-40% 정도를 포함하며, 그룹 C에는 중요도의 합계 0.15(15%)이면서 요인수의 비율은 50%정도 포함하도록 분류된다(Riggs, 1987).

2.2. 시스템의 구성 요소 및 기능

발생된 재해와 관련하여 재해자 정보와 회사 정보, 사고 경위 및 상황에 관한 분석과 오류에 영향을 미친 원인 및 대책에 대한 정보가 통합적으로 관리되기 위해서는 재해에 관한 분석 요소의 선정과 각 구성 요소에 대한 내용 및 형식이 체계적으로 설계되어야 한다. 본 연구에서 개발한 분석 시스템은 Windows 환경에서 사용할 수 있도록 PowerBuilder로 개발되었다.

본 연구에서 구축한 재해 분석 시스템(<그림 1>)은 사고 분석 및 열람, 사고 통계, 서류 양식의 메뉴로 구성되어 있으며, 구성 내용 및 기능을 요약하면 다음과 같다.

▶ 사고분석 및 열람 메뉴

사고 분석과 오류영향요인 영향도 평가, 재해별 사고 분석 보고서의 출력 기능이 갖춰진 시스템의 중추적인 역할을 담당한다.

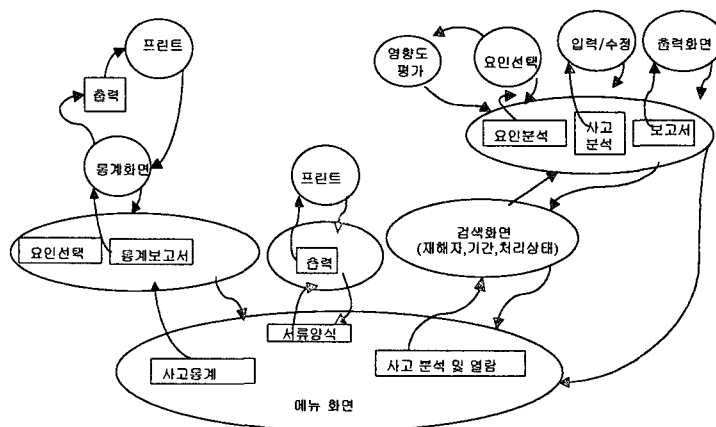
- 1) 사고 등록 기능: 재해 자료의 등록 및 수정, 검색, 삭제 등이 가능
- 2) 사고 경과: 사고 발생의 개요에서 처리 종료까지의 처리 과정에 관한 정보
- 3) 재해자 정보: 재해자의 인적 사항 및 작업관련 사항, 회사 정보에 관한 정보
- 4) 사고 상황: 사고와 관련한 일반적인 분석 내용
- 5) 오류 분석: 인적오류에 영향을 미친 요인의 선별과 원인 및 대책, 오류 영향도에 관한 평가 기능
- 6) 보고서: 근로복지공단 양식의 요양 신청서와 자체 양식의 사고 분석 보고서의 제공

▶ 사고통계 메뉴

아차사고 포함 여부를 기간별 부서별로 사고에 관련된 통계 항목을 선택하여 산출할 수 있다.

▶ 서류 양식

요양 신청서와 사고분석 보고서 서류 양식의 제공

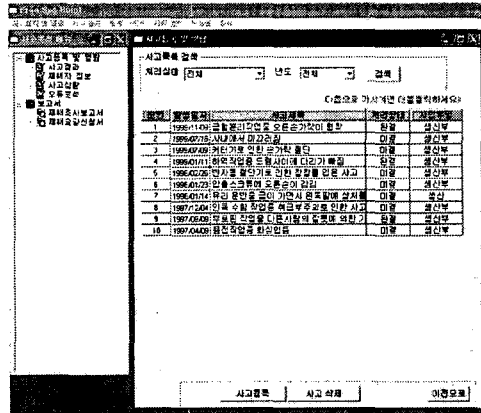


<그림 1> 인적오류 분석시스템의 구조 및 화면 설계 그림

3. 인적오류 분석 시스템의 개발

3.1. 사고 분석 및 열람

프로그램의 초기 화면은 사고 등록 및 분석 메뉴로 나타난다. 사고 등록 및 재해 분석 화면의 기본 구조는 <그림 2>와 같이 전체 메뉴화면, 사고 분석 메뉴 화면, 사고 등록 및 열람 화면 등 3개의 창으로 분할되어 있다.



<그림 2> 사고 분석 및 열람 화면

사고 분석 메뉴에선 사고 경과, 재해자 정보, 사고 상황, 오류 분석 등의 사고 등록 및 분석에 관한 내용과 요약신청서, 재해조사 보고서 등의 보고서에 관한 내용을 다룰 수 있다.

1) 사고 등록 및 열람

사고 등록 및 열람 화면에서는 재해의 처리 진행상태와 사업부명, 발생연도에 따라 사고 자료를 검색할 수 있으며 검토된 자료는 순번, 발생일자, 사고제목, 처리상태, 사업부명에 관한 자료가 제시된다. 특정 사고 목록에 마우스를 더블 클릭하면 재해에 대한 분석 및 열람을 할 수 있다. 창의 아래 부분에는 사고의 등록과 해당 사고 목록의 삭제 기능이 버튼으로 마련되어 있다.

2) 사고 경과 - 사고 등록 처리

사고 분석 메뉴에서 사고 경과 메뉴를 클릭하면 사고 등록 처리 화면이 나타난다. <그림 3>은 사고 등록 처리 화면이다. 사고 등록 처리 화면에서는 사고 경과, 처리 경과, 처리 결과, 회사 정보에 대한 정보를 관리한다.

3) 재해자 정보

사고 분석 메뉴에서 재해자 정보 메뉴를 클릭하면 재해자 정보 화면이 나타난다. 재해자의 인적사항 및 신체정보를 관리한다. <그림 4>은 재해자 정보 화면을 나타낸다.

연월일	조사 및 처리내용	담당자	처리
1998.01/14	사고조사		추가
1998.01/16	요양 처리		삭제

<그림 3> 사고 등록 처리 화면

<그림 4> 재해자 정보에 관한 화면

4) 사고 상황

사고 분석 메뉴에서 사고 상황 메뉴를 클릭하면 사고 상황 화면이 나타난다. 사고 상황 화면은 사고 당시의 재해 발생 상황과 관련한 사고 개요, 일반적인 사고 분석 내용, 사고 원인 등에 관한 정보를 관리한다. <그림 5>는 사고 상황에 관한 화면을 나타낸다.

- ▶ 사고 개요: 사고 발생에 관한 내용을 5W1H 원칙에 의하여 나타낸다.
- ▶ 사고 분석: 재해자의 작업과 관련한 근무 형태, 작업 시간, 동시 작업자수 등에 관한 정보와 기인물, 작업내용, 사고의 형태 및 상해 종류, 신체 부위 등에 관한 정보를 다룬다.
- ▶ 사고 원인 분석: 사고와 관련한 불안전 행동과 불안전 상태, 관리적 요인, Human

▶ 오류 영향 점검표

오류에 영향을 준 오류영향 요인을 작업자 특성, 작업 특성, 관리적 특성, 작업환경 측면에서 선별한다. 오류에 영향을 준 요인으로 선택한 요인에 대하여는 원인과 대책을 입력할 수 있다. <그림 6>은 오류영향 요인에 관한 점검표의 적용 예이다.

▶ 요인 평가

요인 평가 화면에서는 선별 분석을 통하여 선정된 요인들이 해당 작업에 얼마나 영향을 주는지를 평가한다. 요인별로 평가 점수를 0에서 100까지의 범위에서 부여한 후에 평가 버튼을 누르면 각 요인들의 상대적인 영향도가 자동적으로 계산된다(<그림 7>). 이 방법은 SLIM이라는 인적 오류 분석 기법에서 적용되었던 가중치를 계산하는 방법을 적용한 것이다. 사용자들이 쉽고 직관적으로 해당 요인의 영향 값을 부여할 수 있다는 장점이 있다.

요인	점수
심리적 상태	50
작업 숙련도	90
보호구 및 안전장치	60
주의 및 경계	10

평가 닫기

<그림 7> 선택된 요인의 가중 점수 부여

요인	가중치	중요도
작업 숙련도	0.429	매우중요
보호구 및 안전장치	0.286	중요
심리적 상태	0.238	보통
주의 및 경계	0.048	보통

확인

<그림 8> 파레토 분석에 의한 영향도 평가 결과

▶ 파레토 분석에 의한 영향도 평가

요인 평가 화면에서 평가 점수를 입력한 후 평가 버튼을 누르면 파레토 분석에 의하여 각 요인들에 대한 상대적인 가중치들이 구하여져서 나오게 된다.

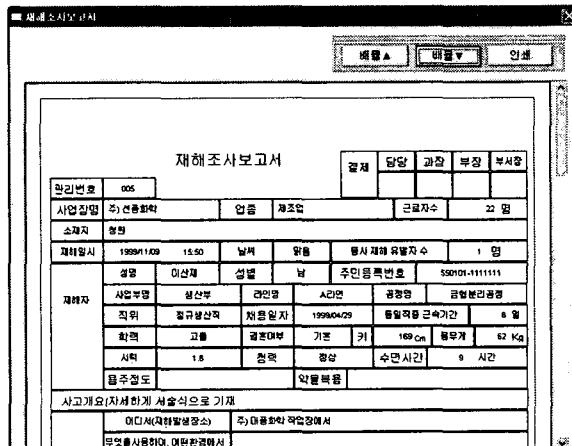
<그림 8>은 <그림 7>의 요인들에 대하여 점수를 부여하였을 때 SLIM 방법에 의하여 계산된 가중치와 파레토 분석에 의하여 평가된 요인들의 중요도를 나타낸 것이다. 매우 중요 그룹에 포함된 요인들은 다른 그룹에 포함된 요인들보다 그 중요성이 큰 것들이기 때문에 먼저 관리 및 통제함으로써 작업 성능을 높일 수 있고, 또한 오류의 발생 가능성을 줄일 수 있다.

3.2. 사고 분석 보고서

사고 분석 메뉴 중에서 보고서 메뉴로는 회사 자체용의 재해 조사 보고서와 근로복지공단 양식의 재해 요양 신청보고서를 출력할 수 있다.

1) 재해 조사 보고서

재해 조사 보고서는 사업장과 재해자, 사고 개요, 재해 분석, 오류 영향도 평가, 처리 경과, 처리 결과, 목격자, 분석자에 관한 정보들이 포함된다. <그림 9>는 분석된 재해 정보에 의하여 작성된 재해 조사 보고서를 나타내며, 인쇄 버튼을 누르면 프린트로 출력이 된다.



<그림 9> 재해 조사 보고서의 화면 출력

2)요양 신청서 및 사고 통계 보고서

근로복지 공단에 제출하기 위한 양식의 요양 신청서도 재해 정보를 통하여 자동으로 작성되어 나온다. 사고 통계 메뉴에서 사고 통계를 산출하여 보고서로 작성하여 주며, 아차 사고를 포함하거나 제외할 수 있다. 사고 통계 메뉴를 선택하면 재해 통계 보고서 산출 창이 나타난다. 통계 검색 창에서는 회사별, 사업부별, 기간별로 통계 대

상을 선택할 수 있다. 요인 선택 창에서는 재해 분석에서 조사한 변수들을 모두 열거하여 놓았으며, 선택한 변수들을 통계 보고서에 포함 시키게 된다. 통계 보고서 버튼을 이용하여 결과 보고서를 볼 수 있다. 통계 보고서 버튼은 결과를 화면상에 나타내며, 오른쪽 상단에 있는 인쇄버튼은 결과를 프린터로 출력한다.

3) 서류 양식 제공

보고서 양식 메뉴를 선택하면 재해 조사 보고서와 근로복지공단 제출용 요양 신청서 양식을 출력할 수 있다. 컴퓨터를 소지할 수 없는 경우에 서류 양식을 이용하여 조사할 수 있도록 내용이 빈 서류 양식을 출력하도록 하였다.

4. 결론 및 검토

인간은 완벽하지 못하기 때문에 그 상황요인에 따라 언제 어디서나 행동의 변화에 의한 에러를 범할 가능성을 가지고 있다.

본 연구에서는 사업장에서 쉽게 사용 할 수 있는 인적오류 분석용 재해 분석 시스템을 개발 하였다. 본 연구에서 개발된 재해 분석 시스템은 일반적인 재해 분석에 관한 원인 및 분석뿐만 아니라 개발된 오류영향 요인 평가 방법론을 시스템에 포함시킴으로써 오류 영향 요인의 중요도에 따른 대책 선정이 용이하도록 설계하였으며 분석 시스템을 이용하여 인적오류 및 재해 원인에 관한 자료의 체계적인 관리가 가능하도록 하였다. 또한, 요양 신청서, 재해 분석 보고서, 오류영향평가보고서, 각 종 통계 산출용 보고서 등을 포함한 보고서를 현장에 맞게 다양하게 제공함으로써 효용성을 높이고자 하였다.

본 연구에서 개발한 시스템은 인적오류 분석 관리에 효율적으로 이용될 수 있으며, 재해의 체계적 분석은 재해 예방 정책을 입안하는데 귀중한 자료로 이용될 수 있을 것이다.

5. 참고문헌

- [1] Bailey, R.W., *Human performance engineering*, Prentice-Hall, 1982.
- [2] Reason, J. (1990), *Human Error*, Cambridge: Cambridge University press.
- [3] Riggs, J.L., *Production system: planning analysis, and control*, John Wiley & Sons, 1987.
- [4] Swain, A.D. & Guttmann, H.E., *Handbook of Human Reliability Analysis with Emphasis on Nuclear Power Plant Applications*. NUREG/CR-1278, US Nuclear Regulatory Commission, Washington, DC, 1983.
- [5] *J-HPES 절차서*, 일본전력중앙연구소, 1991.

- [6] 원자력 발전소 인적행위 개선시스템 (K-HPES) 개발 (I), 한국전력공사 기술연구원, 1993.
 [7] 원전에서의 작업오류특성 분석: 최종보고서, 한국과학기술원-한국원자력연구소, 1993.

저 자 소 개

- 정 병 용** : 현재 한성대학교 산업공학과 교수로 재직중.
 고려대학교 산업공학과 학사, 한국과학기술원 산업공학과 석사, 박사.
 관심분야는 인간공학적 진단 및 개선 응용, 안전관리.
- 이 재 득** : 현재 한성대학교 산업공학과 교수로 재직중.
 한양대학교 산업공학과 학사, Penn. State Univ. 산업공학과 석사, 박사.
 관심분야는 인공지능, 공장자동화, 산업공학 응용 분야
- 양 승 태** : 현재 한국산업안전공단에서 근무..
 한성대학교 산업공학과 학사, 석사.
 관심분야는 인간공학적 진단 및 개선 응용, 안전관리.