

안전분야 - 연구자료
연 구 원 2002-13-13
S- RD- 2002-13-13

화학플랜트 보수시 팀행동 분석 평가 에 따른 휴먼에러 예측 기법 개발

Development of preventive system for predition
by human error in Team Behavior Assesment
at the manternance of chemical plant

2001. 12. 31 .

한국산업안전공단
산업안전보건연구원

제 출 문

한국산업안전공단 이사장 귀하

본 보고서는 2001년도 산업안전보건연구 개발사업의 일환으로
수행한 『화학플랜트 보수시 팀행동 분석 평가시스템에 따른
휴먼에러 예측 기법 개발』의 최종 보고서로 제출합니다.

2001년 12월 31일

주관연구부서 : 산업안전보건연구원 안전공학연구실

연구책임자 : 수석연구원 김두환

요 약 문

1. 과 제 명 : 화학플랜트 보수시 팀행동 분석 평가에 따른

휴먼에러 예측 기법 개발

2. 연구기간 : 2001. 1. 1. - 2001. 12. 31.

3. 연 구 자 : 안전보건연구원 수석연구원 김두환

4. 연구목적 :

화학공장은 정기 또는 비 정기적인 보수 시에 중대사고가 많이 발생하고 있어 이에 따른 안전대책이 시급히 요구되고 있다. 특히 팀구성에 따른 근로자들 각자의 의사결정 행동상 공통적인 결함이되는 기본 특성에러나 자질을 사전에 발견하지 못함으로서 근로자들의 행동에러가 중대 재해를 초래하여 사회적인 물의와 기업의 사기의욕 및 신뢰도 등을 떨어뜨려 생산에 악 영향을 초래하기도 한다. 따라서 정기보수 작업시 팀 행동에러 요인을 예측할 수 있는 모델을 구축하므로서 다각적인 개별인자를 선별 평가함으로써 문제점을 단시간에 파악할 수 있고 사전에 문제점을 개선할 수 있도록 과학적이고 구체적인 팀 행동에러 대책 방안을 제시하여 줌으로써 적극적인 화학공장의 보수작업의 안전성을 확보

하고 생산성 및 작업 능력을 향상시켜 치열한 국제 경쟁력에 이길 수 있는 독특한 휴먼에러 예측기법을 연구 개발하여 널리 보급 할 필요가 있다.

5. 연구내용: 본 연구테마를 효율적으로 수행하기위하여 다음과 같은 내용으로 추진했다.

가) 보수작업 유형에 따른 인적 오류의 분류 체계 개발

- 석유화학 등 화학플랜트의 보수 정비시 팀 형성 요건과 업무수행도 인자와 인과관계를 규명한다.
- 에러 유형별 실사를 통한 통계 데이터분석을 실시한다

나) 인적오류 예측에 따른 점검 데이터베이스 개발

- 팀행동 수행인자를 정리하여 에러 발생요인 정성적 평가를 재해예방에 관련된 중요에러요인 및 발생요소를 도출하여 인적오류 예측모델 방안을 제시한다.

다) 팀행동 오류 예방분석 지원시스템의 개발

- 에러예측 데이터베이스 기능 구축 및 통계 분석 기능을 제공할 수 있는 프로그램을 개발하여 현장적용 후 보완한다.

6. 활용계획

전 화학플랜트 보수시 현장 팀 구성에 적용지도 독려
산업안전 교육원 전문교육 과정에 휴먼에러 예방기법으로 활용한다.

7. 연구개요

본 연구에서는 화학플랜트 보수시 팀 구성요원의 행동에러분석에 따른 휴면에러 예측 기법을 개발 하였다. 화학공장300여개 중 30개 사업장을 무작위로 선정한 후 해당 사업장의 관리감독자, 생산요원, 화학설비 운전요원 각 각10명 이상을 표본 선정하여 900명을 대상으로 직접방문조사 하였다. 조사에 활용된 설문은 연구자가 각종자료를 통해 창안된 항목을 사용하였다. 조사방법은 설문지를 2회에 걸쳐 각 사업장을 개별 방문하여 직접면접 기술방식으로 배포후 기록하여 통계 분석처리 하였다. 조사 결과 다음과 같은 데이터를 도출했다.

1. PSF의 영향 요인을 체크리스트로 특성화 시켰고 조사결과 62.8%가 실수 경험을 갖고 있었고 판단에러, 조작에러, 확인에러, 선별인지에러, 정보제공인지 에러 순 이었다.

가. 휴면에러 발생에 영향을 주는 인자로 인간-기계계 항목에서 작업시 정보제공 방법상의 문제가 주된 영향인자 였다.

나. 인간 내적 요인에 영향인자는 안전지식 작업자세 경험미숙이 주된 인자였다

다. 작업특성 요인상에 영향인자는 보호구 구조 작업진행 방법이 주인자였다

라. 조직자체 요인으로 안전의식 및 이중작업 부과 진행에 문제가 있었다.

마. 외적요인에 영향인자는 작업장의 물리적환경과 작업습관에 문제가 있다.

2. 정기 보수작업시 팀구성 내용 중 8개의 설문응답 항목들에 내재한 요인들은 크게 4가지 범주였으며, 요인에 귀속되는 각 요인 부하량은 최소값이 0.547있었고, 공통변량의 최소값은 0.579였다. 4개의 요인이 설명하는 분산비율은 총 분산에서 약 67%를 차지하고 있었다.
3. 팀구성 조직의 작업환경 특성 과 관련된 항목들의 하위 차원을 분석한 결과 총 8가지 항목들이 2개의 요인으로 범주화 되었다. 요인 부하량은 0.597 이상으로 매우 높은 수준이었으며, 공통변량은 최소값이 0.413이었다. 요인 2개가 작용하는 총 분산비율은 약 59%였다.
4. 팀 구성 요원들의 작업 특성들에 관한 16개 항목들을 5개요인으로 범주화하였다. 5가지 요인들의 총 분산율은 약 58%였으며, 각 개별 항목들이 요인에 귀속되는 요인 부하량의 최소값은 절대값을 기준으로 0.499였다.
5. 팀업무의 PSF 요인에 대한 총32개 개별 항목들중 18개항목에 내재하는 하위차원을 분석한 결과 모두 5가지 요인들이 범주화로 추출되었다. 개별 항목들이 5가지 요인에 귀속되는 요인 부하량은 절대값을 기준으로 최소값은 0.454였다. 상대적으로 적은 요인 부하량을 나타낸 요인은 3개였으며, 요인 1에 5가지 개별 항목들이 귀속되었고, 요인 2와 요인 3의 경우 4개의 개별항목들이 포함되었다. 요인 4의 경우에는 3개의 개별 항목들이 포함되었으며, 요인 5의 경우에는 2개의 개별 항목들이 포함되었다. 요인 5개에 의해 설명되는 총분산 백분율은 57.125%였다.

14개의 개별항목들은 5개요인 범주화로 구분 되었다. 그러나 요인 4와 요인 5는 각각 하나의 개별항목으로 구성된 범주로서 요인 1, 2, 3과의 독립성만을 확인할 수 있었다. 추출된 5개의 요인의 총 분산 백분율은 62.793%였으며, 개별 항목들이 5가지의 요인에 귀속되는 공통변량분포 최소값이 0.432였으며, 3가지 개별 항목을 제외하면 모두 0.5를 넘는 수준을 보이고 있었다.

본 연구에서 개발된 팀행동 에러 예측 시스템은 2개 화학공장 현장에 적용하여 작업특성, 조직체계, 팀의 행동요인 예측 성능 유용성을 검증하여 현장 적용에 부합되는 것으로 밝혀졌다. 금후 많은 현장에 적용하여 관련정보완 및 신 D/B구축 전개로 에러예측 신뢰성 향상 접근을 도모할 예정이다.

8. 중심어 : 비정기적, 팀구성, 데이터베이스, 안전경시 풍조, PSF, 휴먼 에러, 공통변량, 최소값

차 례

제 1 장 서 론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	1
2. 연구 기간	10
3. 연구방법 및 범위	10
제 2 장 화학플랜트의 인적행동오류 인과관계	12
1. 정기 보수시 팀 행동과 휴먼에러 인자특성	12
2. 팀 구성원들의 에러 유발조건과 행동요인 인과관계	21
제 3 장 화학 제품제조업의 에러 실태조사 분석 및 고찰	35
1. 사업장의 인적 오류인자 진단시스템 실태조사	35
2. 콘트롤 룸의 정보탐색	59
제 4 장 화학플랜트 보수시 팀구성 에러 예측시스템 개발	90
1. 시스템 개요	90
2. 분석시스템의 기능 및 인터페이스	91
제 5 장 결 론	101
참고문헌	103
부 록	105

표 차 례

<표1-1> 미.일 원자력분야의 휴먼팩터 연구	9
<표2-1> 감각기의 정보처리 능력	17
<표2-2> 사고D/B에 의한 휴먼에러 사고발생과정	19
<표2-3> 사고D/B의 휴먼에러 사고분류	19
<표2-4> OSHA의 기기 산업재해 통계 휴먼에러 비율	20
<표2-5> PSF 특성 항목	23
<표2-6> 에러요인 세목비교	34
<표3-1> 인간-기계계 요인	38
<표3-2> 인간 내적요인	40
<표3-3> 작업특성요인	42
<표3-4> 조직자체 요인	44
<표3-5> 외적요인	46
<표3-6> 팀 구성 사전검토	51
<표3-7> 팀구성 정보 요인분석	72
<표3-8> 팀구성 작업내용 요인분석	73
<표3-9> 팀구성 작업환경 요인분석	74
<표3-10> 팀구성 작업특성 요인분석	76
<표3-11> 업무의 PSF에 대한 요인분석	80
<표3-12> 팀의 PSF에 대한 요인분석	84
<표3-13> PSF 요인과 대책	86
<표3-14> PSF외부요인에 대한 에러요인	87
<표3-15> PSF내부요인에 대한 에러요인	88
<표3-16> 팀 체제에 대한 특성 관여도	89

그림 목차

[그림1-1] 전산업의 불안전행동 원인별	2
[그림1-2] 사망 사고의 불안전행동	2
[그림1-3] 네델란드 2,000건 화학재해 발생 원인	3
[그림1-4] 영국 제엘사 3,000건 화학사고 D/B 사고원인 분류	3
[그림2-1] 정기 보수시 휴먼에러 조사 평가순서	3
[그림2-2] 행동에러 구성 과정	4
[그림2-3] 조직 구성과 에러요인	5
[그림2-4] 인간 행동 실패 종류	6
[그림2-5] 휴먼에러와 조직시스템	8
[그림2-6] 에러행동 인자분석	2
[그림2-7] 팀 휴먼에러 예측모델 구조	8
[그림2-8] 업무PSF의 축출 평가순서	9
[그림2-9] 팀행동 예측 프로그램 구성	3
[그림2-10] 휴먼에러 사례 분석활용	3
[그림3-1] 정보감지 오류 전달과정	9
[그림3-2] 작업시 필요 정보 보기 어려움	4
[그림3-3] 정보가 동시 제공	4
[그림3-4] 작업시 늦게 정보 알림	4
[그림3-5] 지도서 미비	4
[그림3-6] 시간이 시급한 작업	8
[그림3-7] 상태 불안전시 작업수행	8
[그림3-8] 객관적 체크 불가능 작업	8
[그림3-9] 경험 초과 판단요구작업	8

[그림3-10] 장치구조에 대한 지식 없는자	9
[그림3-11] 조작 순서 목적이 구분되지 않는자	9
[그림3-12] 업무과다	9
[그림3-13] 일이 겹쳐 업무 흐름중단	9
[그림3-14] 안전을 가볍게 생각	6
[그림3-15] 역할분담 불명확	6
[그림3-16] 작업장의 소음진동	6
[그림3-17] 안전통로 발판 협소	6
[그림3-18] 작업시 질문 없음	5
[그림3-19] 확인습관 없음	5
[그림3-20] 팀구성 조직	2
[그림3-21] 팀구성 연령	2
[그림3-22] 팀요원 고령자 여부	2
[그림3-23] 조명 불충분 여부	2
[그림3-24] 팀작업분담	3
[그림3-25] 작업 적성여부	3
[그림3-26] 작업규정 매뉴얼 완전여부	3
[그림3-27] 정보 불확실 원인	4
[그림3-28] 정보인지 잘못원인	4
[그림3-29] 판단잘못 원인	5
[그림3-30] 조작잘못 이유	5
[그림3-31] 작업지시 확인방법	5
[그림3-32] 팀워크 운영이 안되는 이유	5
[그림3-33] 사고원인	6
[그림3-34] 업무할당 위험도	7

[그림3-35] 고도기술 필요 여부	5
[그림3-36] 미팅시 중점사항	5
[그림3-37] 업무 중점사항	5
[그림3-38] 관리감독 지시확인	8
[그림3-39] 팀요원 중점사항	8
[그림3-40] 관리감독 지원단계	9
[그림3-41] 작업 책임추궁	9
[그림3-42] 사태변화 감지여부	9
[그림3-43] 사전점검 실시자	9
[그림3-44] 화면배치	6
[그림3-45] 화면 정보표시	6
[그림3-46] 상호점검	6
[그림3-47] 현장 에러표시	6
[그림3-48] 년상자를 지시	6
[그림3-49] 작업자 감지 정보제공 여부	6
[그림3-50] 역할분담 변동여부	6
[그림3-51] 이상정보 표시	6
[그림3-52] 복수 상호주의 실시여부	6
[그림3-53] 앞서는 행동자와 대화회피	6
[그림3-54] 처음 작업 경직자세로 수행	6
[그림3-55] 심리부담 배려여부	6
[그림3-56] 고집자와 의사소통	6
[그림3-57] 행동에러 원인 제공과정	6
[그림3-58] 인간기계계 연관도	6
[그림3-59] 내적요인연관도	6

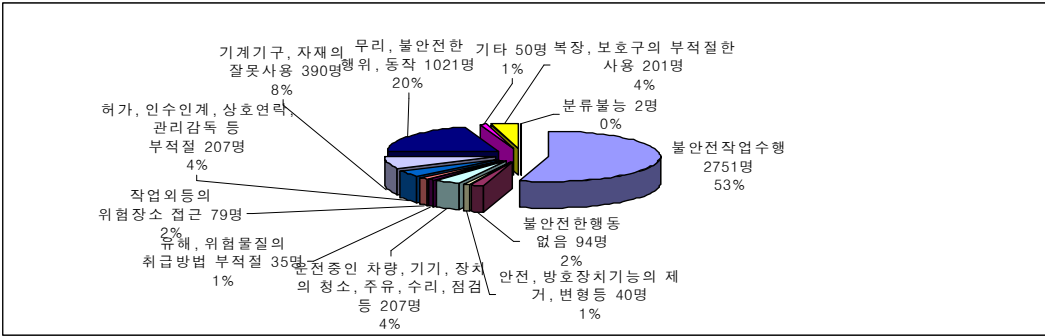
[그림3-60] 작업특성 연관도	6
[그림3-61] 조직자체 요인 연관성	6
[그림3-62] 외적요인연관성	6
[그림4-1] 메인 화면	9
[그림4-2] 생산 요원 정보입력 화면	9
[그림4-3] 운전요원 설문 작성 화면	9
[그림4-4] 관리자용정보화면	9
[그림4-5] 개인정보 입력 화면	9
[그림4-6] 개인정보 확인 화면	9
[그림4-7] 팀 등록화면	9
[그림4-8] 팀원 선택화면	9
[그림4-9] 팀 구성 화면	9
[그림4-10] 팀행동 에러 보고서 화면	8
[그림4-11] 휴먼에러 통계 그래프	9

제 1 장 서 론

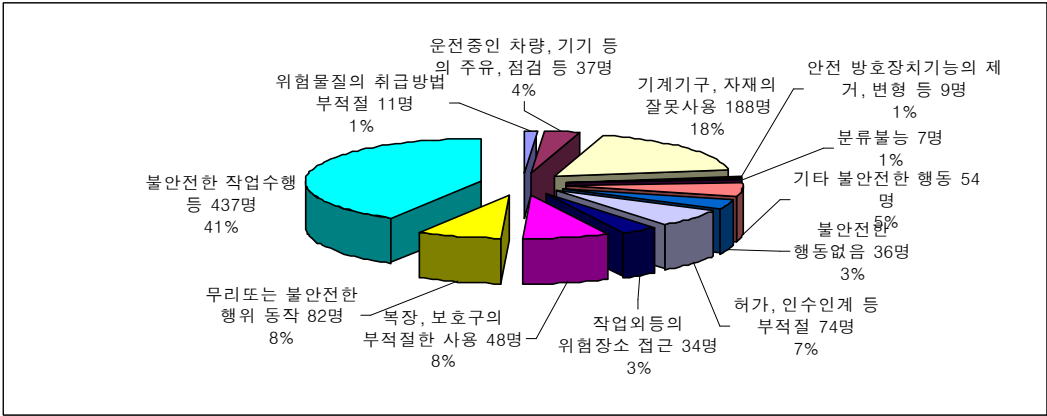
1. 연구의 필요성 및 목적

1960년대 이후 급속한 과학기술의 발전은 국내 중화학 기간산업시설의 유치를 3차에 걸쳐서 추진하여 왔으며 석유화학 제품의 대량생산, 물류유통의 확대, 에너지의 대량소비, 소비자 생활양식의 고급화 등으로 풍요로움을 인류에 제공해 왔다. 반면에 많은 대형 화재폭발 사고가 국내외적으로 발생했다. 국외에서는 1976 이태리 세베소 누출사고, 1979 스리마일드 원자력발전소 누출사고, 1984 인도 포발시 유니온 카바이트사의 MIC가스 누출사고, 1986 소련 체르노빌 원자로 폭발사고, 1991 미국 스틸링톤 니트로 메탄 폭발사고, 1993.미국 리치몬드사의 황산누출, 1994 미국 텍사코 정유공장 화재폭발, 2000년 쿠웨이트 국영석유 화재폭발사고 등이 있고, 국내에서는 근래 1991 현대정유 공장 폭발 화재, 1992 광주 해양도시가스 폭발사고, 1994 진흥정밀 건조로 폭발사고, 1998 부천가스 충전소 화재폭발사고, 2000년 여천 호성케미칼 MEK-PO, 안산 단일 화학 방부제원료 화재폭발 사고 등 대형재해가 발생하여 인적 물적 경제적인 막대한 손실을 가져왔으며 화학설비의 휴먼에러 잠재위험성을 증명하는 계기가 되었다. 2000년 산업재해 통계분석에 의하면 재해자54,206명 중 8,482명을 발착한 부상자 5,075명중 제조업이49.9%로 이중17%가 보수 작업시 재해자며, 운반하역이22.8%, 생산작업이 42.3%로 불안전행위 중 불안전한 작업수행이 50.5% 무리한 불안전동작이 20.3%로 대부분 휴먼에러 원인이었다. 전 산업의

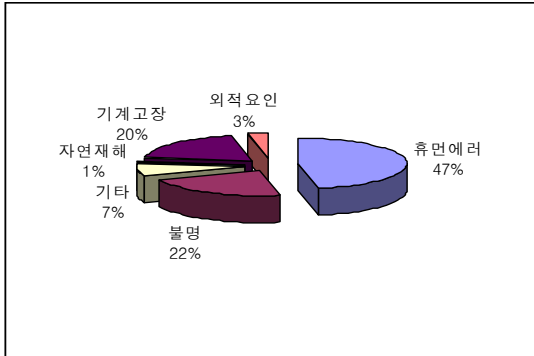
불안전행동 원인별은 [그림1-1] 과 같으며 사망 등 중대재해자의 불안전행동 원인은 [그림1-2]와 같다.



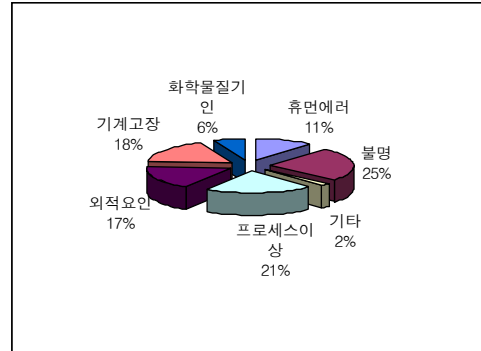
[그림 1-1] 전산업의 불안전행동 원인별



[그림 1-2] 사망 사고의 불안전행동



[그림 1-3] 네델란드 2,000건 화학재해 발생 원인
(네델란드응용과학연구기구제공)



[그림 1-4] 영국 제엘사 3,000건 화학사고 D/B 사고원인분류

일본 자원에너지청 보고(1995년3월)에서 863건의 사고 중 휴먼에러가 199건 보전 수리시 에러는 111건으로 56%가 보전시 발생한 휴먼에러로 발표되었고, 일본고압가스보안협회의 사고통계 828건중 61.2%, 1995동일본국철사고중 69%가 휴먼에러 원인이었다. 네델란드의 화학재해 2,000건 중에 휴먼에러가 47%였고 영국의 제엘사 3,000건 사고원인 중에는 11%가 휴먼에러로 나타나 있다.

우리나라는 화학공장 중대사고 150건(87-99년) 중 휴먼에러가 68.7%로 화학공장의 정기 보수시 발생한 휴먼에러 비율과 비교 가능한 데이터는 없으나 같은 양상으로 추산된다. 이러한 국내외 사고 원인들은 단순히 운전요원이나 설비의 문제만 아니고 관리, 경영, 규제, 조직의 안전풍토조성, 등 기본적인 사람들의 공통 안전의식에 문제가 있는 것을 지적할 수 있다.

규칙을 위반하고, 과신, 상호불신, 무관심, 과격한 경쟁의식, 등 상호 커뮤니케이션의 부조화에 의한 형태나, 인간의 지각, 인지, 운동능력에 대한 시스템 요구의 부적합으로 생긴 업무수행 행동형성 요인(PSF)이 에러 형태로 나타난 것이다. 이러한 요인은 개인의 체력, 성격, 등에 따라 영향의 정도가 틀리

고, 작업자의 숙련도 여부가 인간정보처리과정에 영향을 미치며, 개개인의 심리적 정서적 요인, 스트레스 등에 따라서 좌우된다고 한다

특히 화학공장의 폭발화재 중대사고 잠재위험은 각종유체 흐름의 엔탈피 조작 대상의 변화가 많고, 대규모시설에 취급되는 물적 요소가 다양하며 큰 에너지를 보유하고 있는 위험속에 작업자의 휴먼팩터의 에러요인이 항상 공존하고 있어 문제로 대두 되고있다. 인간행동형성 요인(PSF)은 작업상황에 따라 과오율이 높으면 앗차 사고가 많아지고 이것이 사고로 이어질 가능성이 높아지게 된다. 화학시설을 정기적으로 정비 보수시에는 각종 위험이 현존하게 되며 특히 휴먼에러는 인간정보 처리 과정에서 팀을 구성한 멤버들이 업무수행 과정에 행동형성요인(PSF)이 직장환경 작업조건에 따라 발생한다.

팀구성 요원들의 다양한 행동을 생각할 때 휴먼에러는 개인의 문제로만 생각할 수 없다. 팀행동의 본질적인 기능은 작업목표의 방향을 설정하고, 작업분담에 따른 업무 수행을, 안전하고 상호 침착하게 신뢰성을 높여, 팀 행동목표를 효율적으로 달성 유지시키는데 있다. 화학플랜트의 보수정비 작업은 기계화 자동화가 어려우므로 작업자의 경험을 살려 수작업에 의존하는 것이 많다. 따라서 휴먼에러의 가능성이 높고 잠재위험성의 확율이 높아 휴먼에러에 기인한 플랜트의 정지나 중대 사고에 이르는 사례가 적지 않다.

더욱이 휴먼에러가 표면화되지 않은 잠재에러까지 추산한다면 현장의 보수요원들이나 운전요원들의 행동에 많은 스트레스를 주게될 것이다. 시설정비 보수작업 중에 휴먼에러가 빈번한 경우 보수정비 발생직후나 시운전 중에, 일정시간이 경과 후에 잘못된 것을 발견하는 것이 대부분이므로 사고로 이어졌을 때는 시간낭비와 원가에 많은 영향력을 끼치는 문제점을 가져다 주게될 것이다. 따라서 근로자들의 휴먼에러를 방지하기 위해서는 발생하는 에러요인을 사전에 규명하여 재발을 방지하거나 에러발생 가능성이 높은 요인을 도출하여

배제하거나 감소시키는 것이 절대 필요하다. 특히 휴먼에러 결과가 중대사고로 이어지는 민감한 플랜트에서는 사전에 방지하는 것이 무엇보다 중요하다. 근로자들이 작업을 안전하게 하겠다는 마음가짐 자세부터가 확고해야 팀워크의 업무수행형성요인(Performance Shaping Factor) 도 개선할 수 있을 것이다.

설비의 정비보수 작업시 작용하는 PSF요인 항목은 학자들마다 제 각각으로 많은 종류를 제시하고 있으며 표현정리가 서로 틀려 활용하는데 어려움이 있다. 본 연구에서는 국내외 문헌으로부터 발췌한 PSF항목을 큰 항목별로 묶고 현장 전문요원들의 의견을 참고로 유사한 것은 같은 세부항목으로 간추려 정리하여 표본으로 이용했다. 작업자 개인 행동형태는 개개인의 특성 자질에 따라 휴먼에러가 작업에 영향을 주는 인자가 존재한다고 본다. 이러한 인자들은 화학공장의 플랜트 정기 보수작업시에 중대재해를 많이 발생시킨다. 중대사고의 원인 대부분이 짧은 시간내 혼재 작업으로 서두르는 등 인간행동에 잠재한 실수를 발견 못하고 지나침으로서 나타나는 것이 많으나 이에 따른 휴먼에러 예측시스템에 대한 연구개발이 우리나라에는 거의 전무상태이고 또 기업 자체에서도 매년 정기 보수정비 점검을 실시할 때마다 보수작업 시에 있었던 휴먼에러나 앗차 사고의 경험을 반드시 제거시켜야 하겠다는 필요성을 느끼면서도 이러다 할 예측 대안이 없어 제거되지 못하고 있는 실정이다. 스리마일드 사고 발생이후 미국은 인간실수에 따른 휴먼팩터 문제의 중요성을 더욱 깊이 생각하게 되었으며 1984. 4. 26 구소련 체르노빌 사고로 인한 인간오류의 문제점은 한층 더 심각하게 받아드리게 되었다. 이 두 사고의 공통적인 점은 화학설비 사고와 유사점이 있다

- ① 발전소에 대한 신뢰성 저하에 관한 인식부족
- ② 긴급시 인간 신뢰성 저하에 관한 인식부족
- ③ 시스템 전체의 파악 불량

④ 플랜트 안전설계 생각의 결함

⑤ 과거 훈련 반영부족

⑥ 긴급시 대응 불비 등은 화학설비의 정기 점검시 휴먼에러의 공통 문제점을 제시하고 있다

따라서 휴먼팩터 연구추진이 종합 과학으로서 심도 깊게 요망되게 되었으며 휴먼에러의 영향을 올바르게 파악하여 충분히 분석 평가하고 강구해야할 대응책을 찾을 필요성을 제시하게 되었다.

선진 각국에서 작업자가 행동하고 있는 작업자 시선의 움직임과 손발의 움직임을 시 계열적으로 측정하여 작업진행상의 인지행동 과정을 시뮬레이션화시키는 실기관찰 연구가 진행되어 휴먼에러 원인규명과 대책 및 구체적인 작업개선을 위한 기초적인 자료로 제공되어 효과를 얻고있으나 아직도 미약한 단계이다. 미국은 <표1-1>와 같이 휴먼팩터 문제에 대한 연구가 다음 3가지 목표를 달성하기 위한 연구활동으로 실시하게 되었다.

- ① 공중 위생 및 안전성에 중요한 휴먼 퍼퍼먼스 문제
 - * 트리불 정보 등으로부터 휴먼 퍼퍼먼스 문제를 정해 리스크상 중요한 문제에 리소스를 집 중 가능토록 한다.
 - * 휴먼 퍼퍼먼스에 영향을 줄 가능성 있는 시설을 평가함.
- ② 휴먼 퍼퍼먼스의 저하 원인과 결과 이해촉진
 - * 인간 신뢰성 해석(HRA) 신 전개 의도한 교류 및 인지적 요인을 중시한 휴먼에러 분석기술 개발에 따라 사고시 중요한 인간상호작용 이해를 도모한다.
- ③ 휴먼 퍼퍼먼스 문제에 대한 규제
 - * 휴먼 퍼퍼먼스 문제에 관한 적절한 기준규제 검사 가이드스 책정
 - * 휴먼 퍼퍼먼스 사상 조사 지원

미국과 일본은 이를 계기로 <표1-1>와 같이 원자력분야의 휴먼팩터 연구가 추진되었다. 설비정비보수 작업시 중대사고를 예방하려면 예상하는 대상 작업 시설, 장소, 환경, 근로자 등 관련되는 업무 수행형성 위험요인에 대한 면밀하고 구체적인 유발요인을 사전에 조사하여 이를 해소할 수 있는 방안을 강구하고 작업을 시작하는 것이 바람직 할 것이다.

따라서 본 연구는 화학공장의 정기 보수시 팀구성 요원들의 행동 에러에 의한 사고예측 방안에 착안하여 인간이 일으키는 행동에러를 안전 공학적인 면에서 에러 예측모델을 연구 개발할 필요가 있다.

정기보수 기간동안 팀 요원들이 직접 정비보수 작업에 투입되어 어떠한 종류의 행동에러 수행인자가 존재하는가?

이 행동은 언제 어떠한 과정을 거쳐서 발생되며 또 이러한 인자는 어떠한 유

형의 사고로 이어질 가능성이 있는가 등을 추적하여 에러를 정량적으로 예측할 수 있는 인간행동 인과모델 프로그램을 개발하여 범용적으로 전 화학설비 현장에서 직접 사용할 수 있도록 공급되는 것이 시급히 요구되고 있는 현실이다. 그러므로 실제 보수 작업시 팀에러에 기인한 잠재위험요인 통계 데이터를 수집분석하고 신뢰성 있는 데이터베이스를 구축하여 사전에 팀행동 에러를 예측할 수 있는 프로그램을 만들어 적용할 필요가 있다

<표 1-1> 미·일 원자력분야의 휴먼팩터 연구

년도	미 국 내 역
1979 년	TMI 사고보고서 (Kemeny위원회) TMI 사고원인과 휴먼팩터 문제점 지적
1980 년	TMI 액션플랜; 발전소 요인, 훈련, 자격, 인가, 운전매뉴얼, 제어식 MMI 권고
1983 년	NRC 휴먼팩터 프로그램(HEPP NUREG -0985)
1986 년	미국 학술회의(원자력 연구의 부흥) 보고서
1988 년	미국 과학아카데미 [휴먼팩터 연구와 원자력 안전성] 보고서
1989 년	휴먼팩터 규제연구 계획안
1995 년	휴먼 퍼퍼먼스 프로그램 계획(HEPP NUREG - 0933)
1996 년	휴먼시스템인터페이스설계레뷰가이드라인 (NUREG-0700 Rev1)
1997 년	휴먼 퍼퍼먼스 플랜(HPP) 공중위생 및 안전성에 중요한 휴먼 퍼퍼먼스 문제에 대한 적절한 규제, 연구
년도	일 본 내 역
1979 년	스리마일 사고
1984 년	긴급시 운전행동에 관한 연구 개시
1986 년	체르노빌 사고
1987 년	일본 전력 중앙연구소 휴먼팩터 연구센터 설립
1989 년	원자력 공학 시험센터에 휴먼팩터 센터 설립
1997 년	일본 원자력 연구소 인적 인자 연구소 설립
1999 년	휴먼팩터 심포지움 개최계기로 [안전문화 정착화]에 따른 휴먼에러 방지 전문 연구

2. 연구 기간: 2001. 1. 1. - 2001. 12. 31.

3. 연구방법 및 범위

본 연구를 수행하기 위하여 인간행동에러 예측에 관련된 국내외 문헌 및 기술자료를 조사, 수집, 분석하여 이론적인 바탕을 정립하고, 휴먼에러 데이터베이스 구축에 필요한 실용 기준을 설정한다. 화학 플랜트 현장 전문가들과의 면담을 통해, 깊은 지식과 경험을 토대로 예측모델에 반영시키는 기법으로 in-if then기법, 요인 추출 방법은 주성분 분석방법(principal component analysis)을 사용하였으며, 회전방법은 카이저 정규화를 병행한 분산최대화 방법(varimax with Kaiser normalization)을 사용 하였다.

실제 정비보수 작업시 휴먼에러에 기인한 사고 등 재발방지를 하기 위한 실제 현장의 잠재위험 요인의 신빙성 있는 자료를 얻기 위하여 울산, 여천, 대산, 경인지구 등의 석유화학플랜트 화학공장 300여개 중에서 무작위로 선정하여 이중 30개 현장을 직접 방문하여 관리감독자, 생산요원 운전요원들 각각 300여명을 대상으로 면접식 설문 조사를 하여 통계 처리한 인과관계 자료를 D/B로 구축하여 프로그램 개발에 적용했다

이러한 기초 데이터를 보완하기 위하여 팀의 업무 수행도 인자, 조직체제 및 작업특징을 재선정 구성하여 2차 설문안을 작성하여 1차조사 했던 동일회사에 조사를 실시한 후 통계 처리하여 에러요인 및 발생가능성 인자들의 인과관계 보완D/B로 활용했다. 설문문항은 여러 학자들이 제안한 인간행동 수행 형성 인자(Performanance Shaping Factor(PSF)요인을 우리 실정에 맞게 재편성하여 사용했다.

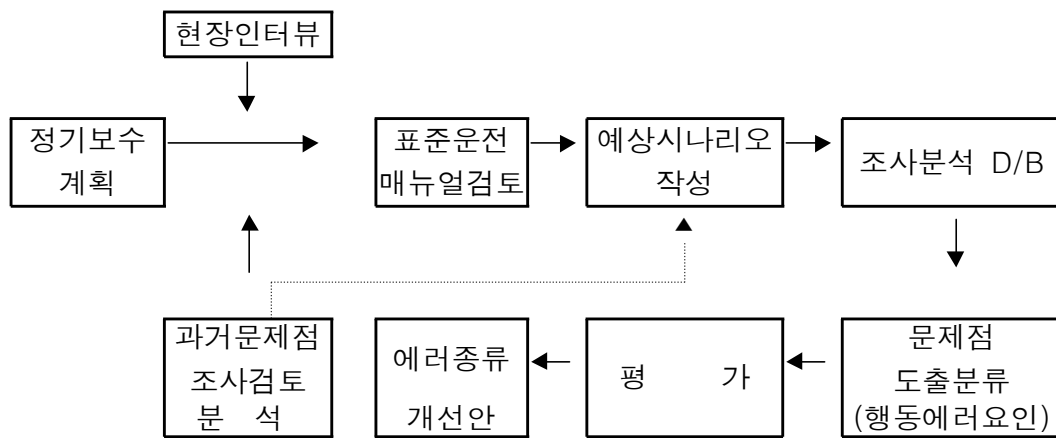
본 연구의 범위는 화학플랜트시설의 정기 또는 비정기 셧다운시 보수정비 점검에 투입되는 팀 요원들의 행동분석에 따른 에러 예측기법개발에 한정하였다

제 2 장 화학플랜트의 인적행동오류 인과관계

1. 정기 보수시 팀 행동과 휴먼에러 인자특성

화학 플랜트의 관리는 콘트롤 룸의 영상 운전과 병행하여 대단히 중요한 작업이 정비점검보수 작업이다. 정비점검 보수에 기인한 트러블은 운전상 시설의 결함 원인보다 인적오류에 기인 한것으로 대부분이 휴먼팩터에 원인이 있다. 그럼에도 휴먼에러 대책을 체계적으로 연구한 것은 대단히 미비한 실정이다

그러므로 화학공장의 정기 보수 작업시 현장에 잠재한 휴먼에러 요인을 체계적으로 예지하여 근로자들의 작업 행동범위를 안전하게 확보시킬 필요가 있다. 정기보수 작업은 실제 복수기업의 근로자들이 한 그룹으로 구성되어 고도의 경험과 전문기술을 주체로 짧은 시간에 실시하는 작업이기 때문에 사전에 구체적이고 세밀한 계획 하에서 팀원들을 구성하여 작업을 할당하고 배치하여 작업행동이 안전하게 이루어지도록 지도점검하고 평가한다. 작업 순서에 따라 작업이 진행되도록 관리자는 안전지시 명령하여 안전한 행동으로 집약시키는 것이 무엇보다 먼저 선행되지 않으면 안 될 것이다. [그림2-1]은 정기보수 작업시 휴먼에러를 예상하여 사전 평가하는 순서이다

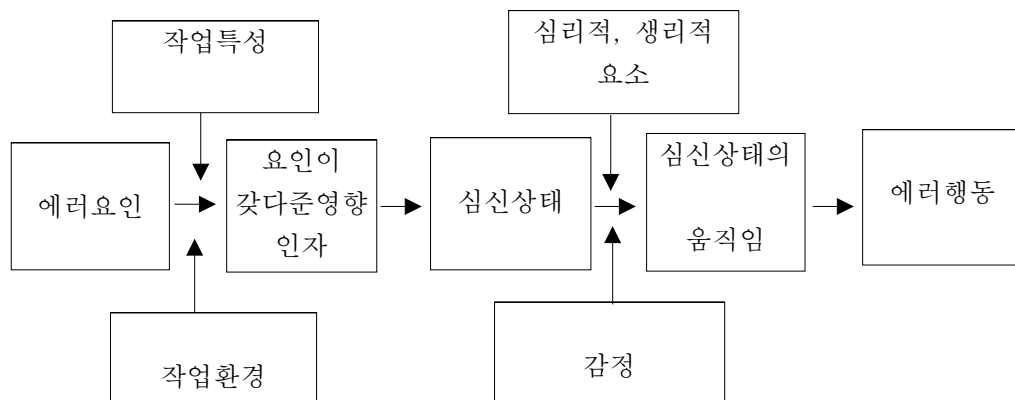


[그림 2-1] 정기 보수시 휴먼에러 조사 평가순서

근래에 안전대책으로 해당작업에 관련된 인간의 행동에러를 밝혀내려고 작업대상의 단서, 정보와 인간 신뢰성을 연관시켜 인지 공학적인 측면에서 여러 학자들이 인간 행동특성 연구를 중시하고 있다.

Norman은 인간 행동에 심리적 요인이 작용하여 에러가 발생하는 작업수행형성 인자(PSF)를 분류하여 제시했으며 Swain은 인간이 실수를 유발시키는 모든 요인을 확률론적인 신뢰성 분석에서 PSF를 정의하고 외부적 요인, 스트레스, 내부적 요인으로 분류하여 그 영향을 받아 인적 신뢰성이 저하되고 에러행위의 발생 확율이 증대한다고 제시했다. Rasmussen은 PSF항목과 상황적 요인의 내용을 제시했으며, Williams는 Human Error and Reduction Technique에서 업무 종류, 속성, 에러조건 상황, 표준 에러율로 집약하여 PSF의 항목을 다양하게 제시하였다.

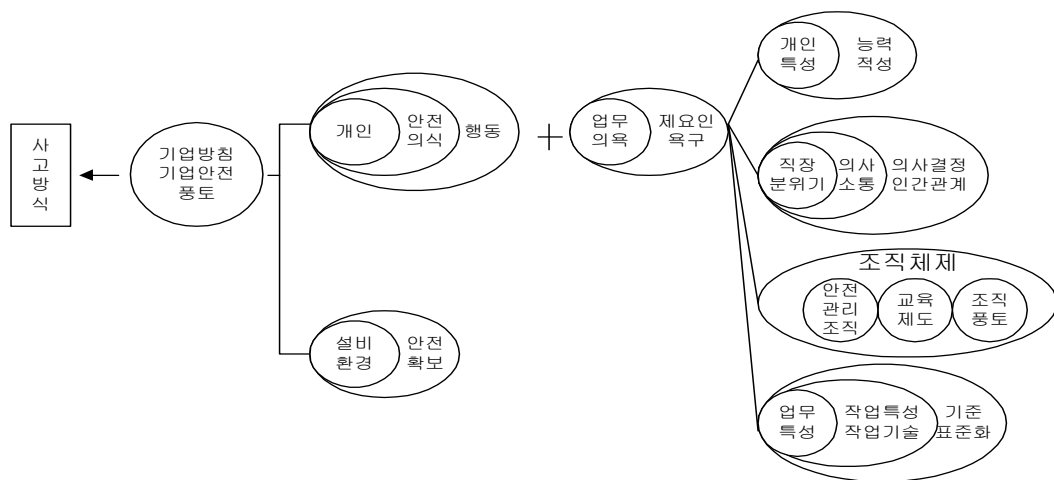
Pulat는 작업장, 작업내용, 작업조직, 작업환경으로 PSF를 분류했으며 Kroemer는 작업형태, 작업량, 일정 환경 조건, 작업자 능력, 태도, 조직직무, 개인 등으로 분류하여 제시하고 있다. 휴먼에러 구성요소는[그림2-2]와 같다



[그림 2-2] 행동에러 구성과정

휴먼 에러를 일으키는 원인은 설계단계에서 설계자의 습관, 경험, 의식상태 주변환경의 불안전 상태가 원인이 될 수 도있다. 작업 중에 공간이 협소하지 않은데 잘못접촉 되거나 기자재를 운반이동시 접촉오류 등은 위험성을 망각한 상태에서 근로자가 작업을 하여 휴먼에러가 유발된 것으로 생각된다. 대개 작업 중에 관리감독자의 구두지시가 충분치 못했거나, 지시 내용이 어렵거나 많아서 작업자가 잘못 이해하고 혼동하여 행동하거나, 인수 인계 시 작업팀 간의 연락 방법이 부적절하여 에러가 발생하는 경우가 많다.

물론 체크리스트 점검 항목이 불충분하여 주의점이 부적절하게 기록되어 있거나 빠져있는 상태에서 근로자의 행동이 습관화되면 에러로 직결되는 경향이 있다. 따라서 근로자들이 습관화가 되기 전에 개선시켜 관리가 되지 않으면 안 될 것이다. 특히 불안정한 상태의 경험적인 판단, 분위기형성은 휴먼에러를 촉



[그림 2-3] 조직 구성과 에러요인

진시키는 계기가 될 수 있음에 유의해야 한다.

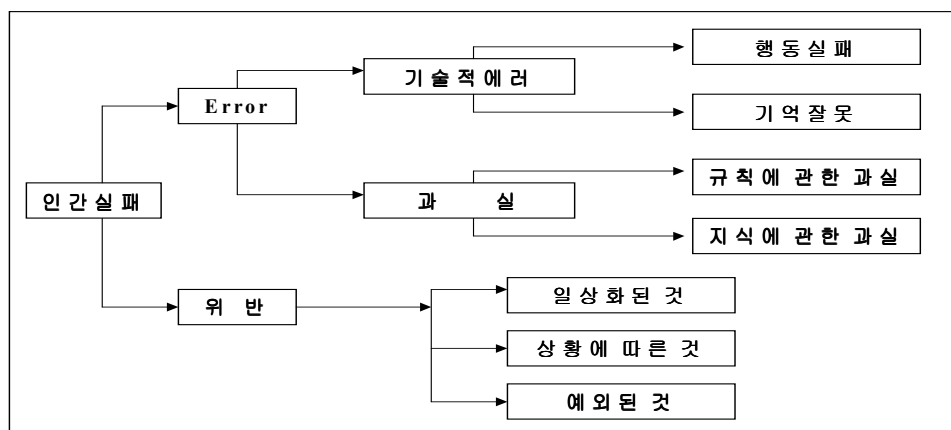
근로자들 개개인의 팀 집합체가 조직을 이루고 각종작업활동을 통해서 조직의 목표달성 즉 생산성, 성장성, 수익성, 조직유지 등의 조직 유효성을 도모하기 위해 노력하고 있다. 따라서 근로자 개인특성과 팀조직의 특성을 축출 체계화하여 잘 조화시킴에 따라 조직의 안전성을 가져올 수 있다. 그러므로 근로자들 개개인이 갖고있는 심리적 특성, 생리적 특성, 정신적 특성, 행동적 특성 핵터는 팀업무의 성과에 큰 영향을 주는 핵터들 이다

기업의 안전조직 풍토는 개인의 안전의식에 의한 행동과 설비환경의 안전확보

에 결정적인 영향을 미치게 되고 업무수행인자는 개인특성, 직장분위기, 조직체제, 업무특성 경향에 따라 에러 인자가 돌출 될 수 있다.

[그림2-3]은 조직의 팀구성에 따라 에러인자 인과 관계를 제시한 것이다. 화학플랜트의 정기 보수시 작업자의 에러발생은 그 기업의 안전조직 풍토에 좌우됨을 예측해 볼 수 있다. 화학설비의 정기점검 보수시에 휴먼에러가 일어날 가능성을 사전에 리스트업 해두는 것은 곤란 하지만 과거에 발생한 사고를 분석해 보면 공통인자가 있음을 알 수 있다

Human Error는 그룹이나 개인의 사소한 잘못을 믿어버림(Slips), 깜박잊음(Lapses), 실수(Mistake)를 조장하는 작업조건이나 환경에, 충분한 관심을 기울이지 않는 조직에서 일어난다. 상호의사소통의 결핍, 미비한 작업 순서,



[그림 2-4] 인간 행동 실패 종류

접촉되는 상태불량 등 현장 근로자들의 행동이 실패되는 과정을

[그림2-4]제시하고 있다.

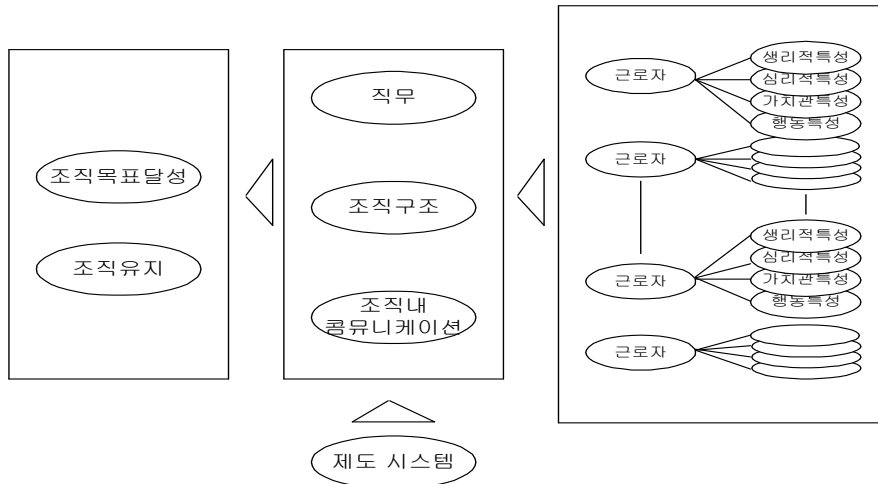
작업자의 자세나 행동 등은, 조직에서 실시하는 안전교육 훈련방법, 기준, 규범 등과 연관되어 있다. 조직의 에러돌출은 경영자의 안전 방침 결정의 과오, 현장 관리자의 관리감독지시 미스, 작업 현장에 잠재한 위험행위를 감지 못한 상태에서 발생한다. 근로자들은 시각, 청각 등 감각기의 정보 처리량이 뉴론(신경망)을 경유할 때 개인의도나 감정, 환경, 습관, 분위기 에 따라 복잡하게 변형된다고 말한다.

<표 2-1> 감각기의 정보처리 능력

감각	신경섬유(뉴론)	정보처리 능력
시각(視覺)	2×10^6	$3 \times 10^6 \text{ bit/sec}$
청각(聽覺)	2×10^4	$3 \times 10^4 \text{ bit/sec}$
미각(味覺)	2×10^3	낮다
후각(嗅覺)	2×10^3	낮다
촉각(觸覺)	10^6	낮다

근로자들은 작업수행 중 복수의 목표가 존재하여 정보를 압축하거나 정보선택 등 우선 순위가 요망될 때 개인특성에 따라 혼란이나 목표에 장애요소가 발생할 가능성이 있으므로 인간행동에 좋지 않은 영향을 주는 요인을 찾아 개선하는 것이 중요하다.

휴면에러는 보수기간 중에 많이 발생되고 있지만 근로자나 관리자는 간단한 실수로 생각하고 그대로 지나쳐 버리기 쉽다. 정기보수 점검시 식별이 어려운 색체나 모양, 크기, 좌우를 바꿔 부착하는 비슷한 구조, 표시의 불비, 작업과오를 확인하기 어려운 구조, 배치 등은 근로자에게 일어나기 쉬운 에러 현상으로 시급을 요하거나 내용이 불충분하고 복잡한 작업에서 많이 돌출 될 수 있다. [그림2-5]는 조직목표 달성에 영향력을 주는 요인을 나타낸 것이다



[그림 2-5] 휴먼에러와 조직시스템

특히 화학플랜트의 정기 보수시 작업은 근로자들의 정신적 심리적인 긴장과 위험부담감속에서 시간을 다뺏 작업하므로 각종 스트레스가 집중력을 저하시켜 판단을 잘못하거나 의도하지 않은 행동을 일으키게 된다. 따라서 확고한 기준이나 순서가 설정되지 않은 비정상 작업을 근로자 개개인이 갖고있는 부족한 안전지식, 짧은경험, 판단으로 작업을 진행하여 에러가 발생하는 경우도 있다. 선진 외국 실사례 예에서도 비슷하게 나타나고 있다

영국, 네델란드의 화학사고 발생공정 D/B에 의하면 사고중 24%가 보수시 휴먼에러이며 <표2-2>와 <표2-3>과 같이 부적절한 조작이31.7% 부적절한 설계 35.7%, 근로자 자신의 단순 실수가21.9%로 나타나 있다.

<표 2-2> 사고D/B에 의한 휴먼에러 사고발생공정

작업공정	사고건수(a)	인적요인건수 (b)	b/a[%]
제조과정	3047	98	13.1
반응	405	75	18.5
물질이동	780	116	14.9
열이동	135	21	15.6
분해	1000	123	12.3
연구개발	108	14	13
수송	2325	119	5.1
정상조작			
(정기보수)	76	25	32.9
보수	1049	246	23.5

<표 2-3> 사고D/B의 휴먼에러사고분류

	사고건수(a)	사고건수(b)		b/a [%]
인적요인총사고건수	1115			
부적절한 조작		353		31.7
부적절한 배출			5	0.4
부적절한 시험			33	3.0
부적절한 점검			63	5.7
정비불량			33	3
부적절한분류			37	3.3
라벨잘못			31	2.8
부적절한 정비			55	4.9
장치능력부족			11	1.0
잘못된장치설계		398		35.7
부적절한 방호			11	1.0
지시잘못			13	1.2
순서잘못			17	1.5
부적절한방호장치			114	10.2
부적절한장치설계			119	10.7
근로자단순미스		244		21.9
담배		18		1.6
잘못건설설계		29		2.6

사람에 따라서는 판단기준과 관찰대상의 작업 특징을 꼼꼼히 비교하여 보고, 판정식별 기능을 확고하게 요구하지 않으면 휴먼에러를 범하게 된다.

1989 미국산업계의 OSHA 산업재해 통계에 의하면<표2-4>와같이 정지된 기기작업 중 휴먼에러 사고원인과 그 비율에서 기계 취급 잘못 판단이나 인식 잘못 등이 대부분이다.

<표 2-4> OSHA의 기기 산업재해 통계 휴먼에러 비율

사고 원인	사상자수	%
자신이 우발적으로 기기를 가동시킨 사고	20	11
동료가 우발적으로 기기를 가동시킨 사고	15	9
직업중 있는 것을 동료가 모르고 가동시킨 사고	56	32
채결한 자물쇠를 제거한때 기기가 동작한 사고	9	5
관성에 따라 부품이 작동한 사고	30	17
기 타	46	26
합 계	176	100

이와같이 휴먼에러 사고 분석에서 나타난바와 같이 정보처리과정의 에러들은 실제 작업에서 순서가 주어져 있지 않은 일을 머리 속에 있는 지식에만 의존해서는 순서를 잊어버리는 에러가 다발 한다는 사실을 정기보수 현장에서 후렌지 부분에 볼트 낫트를 조일 때 대칭위치가 틀리거나 빠뜨리는 작업 실수에서 알수 있다. 볼트 낫트를 조이기 전에 볼트 낫트의 번호, 순서의 기억이 애매하여 생긴 것으로 복잡한 순서 이용에 대한 계획적인 주의력 부족으로 계획결정을 실패한 순서의 일관성, 명료성이 없는 불완전한 기준이 내재한 심리에서 생긴 것으로 사료된다.

2. 팀 구성원들의 에러 유발조건과 행동요인 인과관계

가. 작업수행 형성요인(PSF) 항목범위

화학공장은 인지에러나 판단계 에러 비율에 비해 작업동작 행위계, 정보 제공계 에러 비율이 높다. 이것은 인간 기계계의 자동화된 작업동작에 신경을 잘 안쓰는 소외된 작업수행 형성요인을 주체로 구성하고 있기 때문이라 사료된다. 근로자들이 긴장되는 보수작업에 투입되다 보면 피로감을 느끼게 되고 보수 작업경험이나 이해력이 부족하면 정신적인 스트레스가 증대하여 육체적 부담감을 초래하고 습관적인 행동에러가 발생하는 계기를 주게 된다.

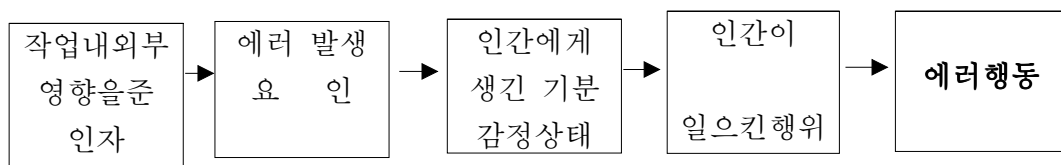
더욱이 비정상작업은 작업순서가 정해지지 않은 협소한 장소에서 긴장된 시간내에 작업동작 범위가 한정되고 덥거나 추운 열악한 환경에서 작업이 지속되다보면 심리적으로 짜증이 나고 마무리가 미흡하게되어 작업수행 형성 인자의 영향력이 미치게되어 에러가 발생할 가능성이 높아지게 된다. 그러므로 현장상황에 따라 어떤 작업수행인자가 존재하게 되며 어떤 특징을 가졌는가 구체적으로 알아볼 필요가 있다.

따라서 화학공정의 정기 보수시 팀형성 요인에 따른 개개인의 내적, 외적인 행동에러 요인을 감지하여 팀 행동상에 공통인자가 무엇인가를 찾아 대응해야 한다. [표2-5]는 작업시 행동이나 판단에 직간접으로 휴면에러에 영향을 주는 여러PSF를 수집하여 특성별로 분류했다. 항목 중에는 보수작업 외에 일상작업에 연관된 사항도 포함 시켰다. 특히 보수작업시 팀원들의 작업부하에 영향을 주는 인자를 평가하고 작업개선이나 개인특성에 영향을 미치는 범위 항목들을 분류했다.

나. 에러요소간의 대응관계 평가

각 업무수행형성인자는 요인간에 관계를 명확히 하여 ①「내외부로부터 에러에 영향을 준 인자와 에러 발생을 일으키는 인자」②「에러 발생을 일으키는 인자와 인간의 마음가짐 상태」③「인간 마음가짐 상태와 인간이 일으킨 행위」에 대한 대응 관계를 조사한다. 에러 발생을 일으킨 요인은 내 외부로부터 영향을 받은 에러 인자 가운데 연관성을 찾아내는 것이 중요하다. 인간 정보처리 과정에 구체적으로 저해한 요인을 찾아냄으로써 예상되는 대응관계가 명확하게 제시될 수 있다.

각각 특징적 대응관계가 있는 상관성을 [그림2-6]에 나타냈다.



[그림 2-6] 에러 행동 인자분석

<표 2-5> PSF 특성항목

항목	PSF 항목		PSF 항목
작업상 상황 특성 (판단상 부담)	1)짧은 시간에 판단을 요함. 2)동시에 복수 판단이 요구됨. 3)지식이나 이해만으로 안되고 경험에 의한 해석 판단을 요구함. 4)앞을 내다보는 예측이 필요. 5)구체적인 판정기준이 확실치 않음. 6)자신이 추구하고 있는 지능 모델과 차이가 있다.	정 보 확 인	23)작업을 할 때는 여러 가지 조작상태 기록이 불완전하여 충분한 정보를 얻기가 어렵다. 24)정보전달이 부정확하여 이해가어렵다. 25)작업과 정보량을 파악하기 어렵다. 26)작업결과 휘드백이 나쁘다.
	작업상 상황 특성 (신체적 부담)	조 직	27)작업장 분위기가 싸늘하여 좋지 않다. 29)관리자, 동료와 의사 소통이 나쁘다. 30)팀과 기타 작업그룹 관계가 좋지 않음. 31)협력사와 의사소통이 나쁨. 32)감독자 협력자 규제 담당이 형식적으로 존재하고 있다.
작업상 상황 특성 (심리적 부담)	12)시간이 급박하여 급히 대응하지 않으면 안된다. 13)빠르고 완전전하게라는 이중 목표가 있다. 14)작업실패가 크면 손해로 연결된다. 15)곧바로 개정 중단이 곤란한작업이었다. 16)좁처럼 일어나지 않는사태가 발생한다. 17)위험성이 높다. 18)똑같은 작업이 연속된다 19)순조롭지 않은 작업이 있다. 20)주의에 벗어난 요인이 있다. 21)작업중에 다른일이 있어 업무 흐름이 중단된다. 22)기록등의 부대 사무처리가 많다.	팀 구 성	33)사람수나 작업자 기량, 연령이 팀의 구성에 적절치 않음. 34)팀내 각자 역할 부담이 불명확하다. 35)책임 소재가 확실치 않음. 36)작업자는 그 장소 운영에 대해서 발언권이 없다. 37)팀내 의사소통이 어렵다.
		공 정 관 리	39)공수, 일정조정이 어렵고 빡빡하다. 40)작업공정이 중복되어 좋지 않다. 41)준비가 나쁘다. 42)사용기기 설비공구 부품이 불충분하다.

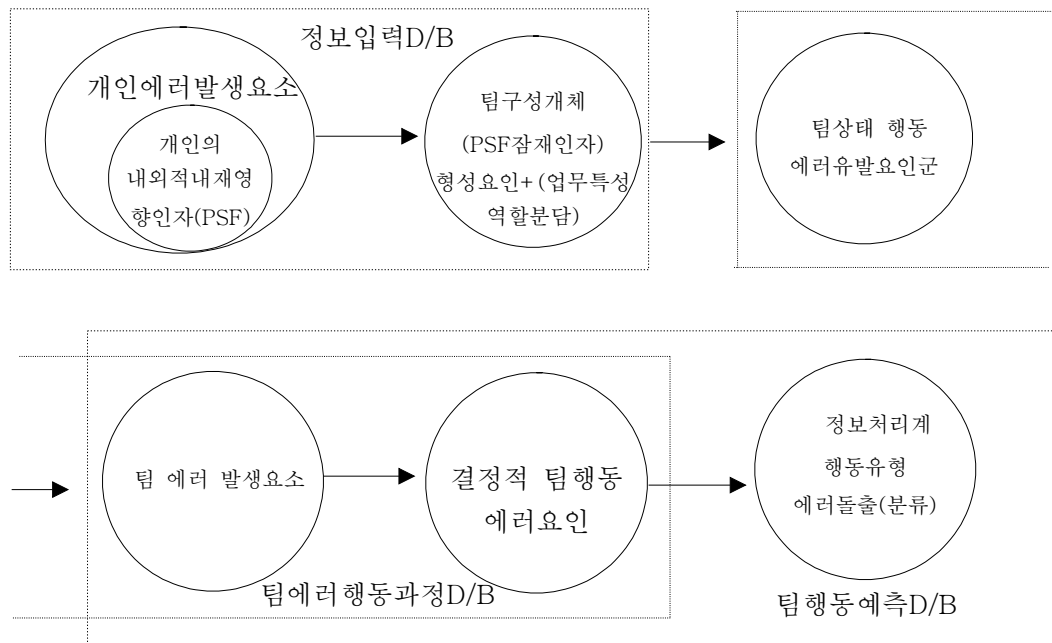
항목	PSF 항목		PSF 항목
육체적 요인	43)몸 컨디션이 좋지 않다. 44)육체가 피로해 있다. 45)고통이 있다. 46)숙취가 있다. 47)공복 갈증 상태이다. 49)고집에 의한 시차 멍청한 상태이다. 50)수면부족 이다. 51)연령이 많다.	기기공구	64)기기공구 측정 기구가 적절치 않고 취급이 어렵다. 65)공구 측정기구 등의 수치 표시를 읽기 어렵다. 66)전용 공구 종류가 많다 또는 없다. 67)크레인 호이스트 등 운반용구 취급이 어렵다. 68)작업대상 형태가 다중 다양하다. 69)작업대상 조작 취급이 어렵다. 70)조작이 사회 통념과 모순된다
정신적 요인	52)불안, 초조 스트레스등 마음이 쓰인다. 53)자신감이 부족하다. 54)의욕이 없다. 55)작업에 대한 향상심이 없다. 56)업무에 만족하지 못하다. 57)중간 도우미가 없다. 58)가정개인생활에 스트레스가 있다. 59)가정이나 주변 사람들의 영향을받는다.	환경	77)온도 습도 통풍 등이 적당치 않음. 78)조명이 어두워 잘 보기 어렵다. 79)소음, 진동이 크다. 80)부유 분진 유해물질폭로가 많다. 81)방사성 수준이 높다. 82)작업장소 정리정돈 등이 불철저
지시연락	60)필요한 지시나 연락이 틀리거나 없는 경우가 있다. 61)지시나 연락이 정확치 않음. 수시로 변한다 62)지시나 연락 시간이 나쁨. 63)현장이 시끄럽고 전면 마스크 착용으로 지시나 연락이 잘 안 들린다.	작업공간	83)작업공간이 좁아 불편하다. 84)발판이 좁아 작업장소가 위험하다. 85)다른 작업과 작업장소가 중복된다. 86)작업대상에 접근이 나쁘다. 87)신체적으로 무리한 자세가 요구된다. 88)보호구나 안전장비가 방해된다.

항목	PSF 항목		PSF 항목
성 격	89)주의력이 부족하고 번잡한 성격이다. 90)필요한 확인을 하지 않음. 91)협조성이 없다. 92)집중력이 없다. 93)성미가 급하고 괴팍하다. 94)태평스런 성격이다. 95)대담한 성격이다. 96)작업실패나 위험성을 과잉 무시워한다.	경 험	97)작업경험이없다. 98)작업에 필요한 지식이 없다. 부족하다 99)숙련도가 부족하다. 100)작업 위험성이나 사고예측을 인식치 못함

다. 팀구성원의 행동에러 인과관계

사람은 업무 처리과정을 거치는 동안 각종 에러요인이 정보처리 능력을 마비 또는 저하시키는 영향력을 주고 주변 상황에 따라 인간 행동에 오류를 범하도록 복합적으로 작용하여 불안전행동을 유발시켜 사고로 이어지게 된다.

특히 이들 요인들은 잠재된 에러를 직접 발생시키는 중요 인자로 행동에 직결되어 인간의 생리적 심리적인 부적절한 상태의 정신력에 충동을 주어 부적절한 행동의 강도 높은 에러위험을 돌출 시킨다고 사료된다. 따라서 이들의 인과 관계를 정기보수 작업 착수 전에 팀요원의 잠재된 행동 에러를 예측하여 제거할 수 있는 모델 이 요망된다.



[그림 2-7] 팀 휴먼 에러 예측 모델 구조

[그림 2-7]는 팀 행동에러를 예측할 수 있는 모델구성으로 각 개인에게 잠재된 에러가 업무수행에 영향을 미치는 특성 요소로 팀 구성체의 잠재된 결정적인 공통인자와 인과관계를 도출할 수 있는 과정을 착안한 것이다. 팀행동 유발 요인 군을 D/B로부터 인출하여 인간정보처리 과정에 가능성 있는 주된 에러요인을 예측할 수 있도록 제시하는 프로그램 구성이다.

(1) 개인행동과 팀구성 개체요인

그림에서 개인이 행동 과정에 직간접으로 영향을 미치는 인자는 내외적인 PSF 항목가운데서 업무수행 중에 에러를 발생시키는 요소를 축출한다. 각팀원들에 분배된 공통적인 작업 내용, 작업특성 및 작업시간, 작업설비 기구, 작업배치 환경 과 개개인에게 내재한 잠재 에러요소들이 팀워크로 구성되었을 때 공통적인 어떤 문제가 나타나고 있는가? 각자의 성격, 경험, 지식, 환경 등과 연계해서 에러요소를 찾아야 한다. 특히 현장의 정기보수 작업 중에는 팀구성 체제의 업무분담 분위기에 따라 작업환경, 작업분담의질, 량, 상호 의사소통, 보고확인체제, 지시정보제공 등 업무수행과 관련된 과정에 어떤 불합리한 문제요인이 있는가를 찾아내도록 한다.

(2) 팀 상태 특성 및 PSF 파악요인

작업의 특성, 관리, 팀구조 특성, 팀요원 역할분담 등 팀조직 항목과 어떠한 특성요인이 연계되어 팀이 형성되고 있는가
팀의 구성조직 체제의 PSF 특성요인을 업무추진 면과 연계시켜 어떠한 불합리한 잠재 유발요인이 있는가를 찾는다.

(3) 팀에러 유발조건 및 행동에러 발생요소

팀 상태 파악 요인이 어떠한 에러를 유발할 잠재 조건이 팀에 형성되고 에러발생 직전의 내적(심리, 생리적)상태를 나타내는 비율이 팀 에러 유발조건

존재여부에 어떻게 작용하는가 조사한다.

(4) 팀 행동에러 유형요인 및 정보처리계

팀 구성요원들의 행동에러로 변환되는 정보처리계 과정의 에러인자 전체 예측비율, 팀요원의 결함 요소가 높게 존재하면 팀 전체의 행동에 영향을 미치게 되어 사고로 이행될 가능성이 높은 인간 정보처리계 유형을 감지할 수 있다.

(가) 정보검색 감각에러

팀 요원들이 업무수행에 필요한 역할분담의 정보를 관리감독자로부터 제대로 전달받지 않았거나 받았어도 감각기능에 이상이있다면 팀행동 전체에 영향을 미치게 될 것이다. 따라서 팀의 개개인은 가장 기본적인 정보제공을 받아들이는 감각기능이 첫 개시 단계로 에러가 발생이 되지 않도록 모두가 신경을 쓰지 않으면 안되는 단계이다.

(나) 선별인지 에러

적절한 정보를 받아 각자의 임무역할을 수행할 수 있도록 선별할 수 있는 능력이 원활하지 못하면 팀의 업무수행목표에 큰 차질을 가져올 수 있다.

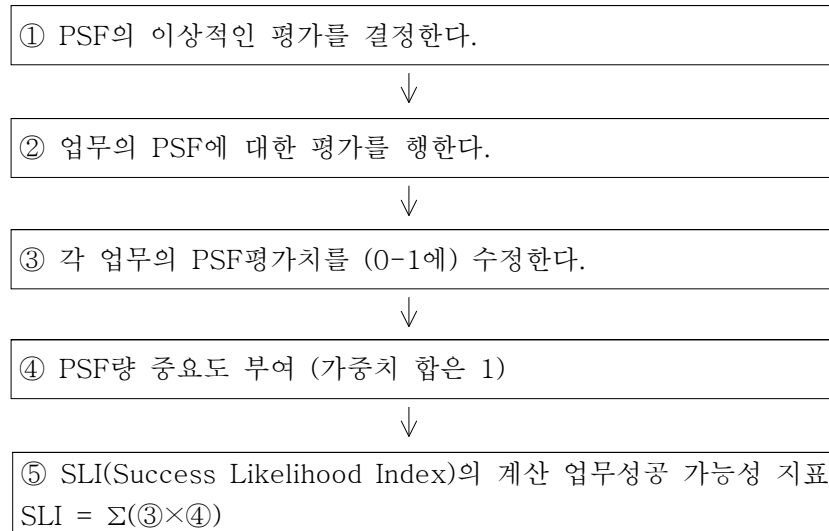
팀 요원각자가 정보를 올바르게 선별하는 능력이 적절하지 않아 생긴 에러를 뜻한다.

(다) 상태인지 에러

팀전체가 인지하지 못한 상태에서 발생한 에러를 말한다. 변화되고 있는 상황을 잘못 기억했거나 보지못한 상태에서 에러가 발생하여 팀 전체에 영향을 주게되는 현상을 뜻한다.

(라) 의사결정판단에러

팀 전체의 상호커뮤니케이션의 의사결정이 올바르게 판단되지 않으면 팀 행동에 결정적인 영향력을 미치게 되는 상태로 만약 팀의 역할 분담에서 상호의사결정이 잘못 판단되거나 혼란된 행동을 하므로써 에러가 발생할 수 있는 것을 말한다.



[그림 2-8] 업무 PSF의 추출 평가 순서

(마) 행동지시 에러

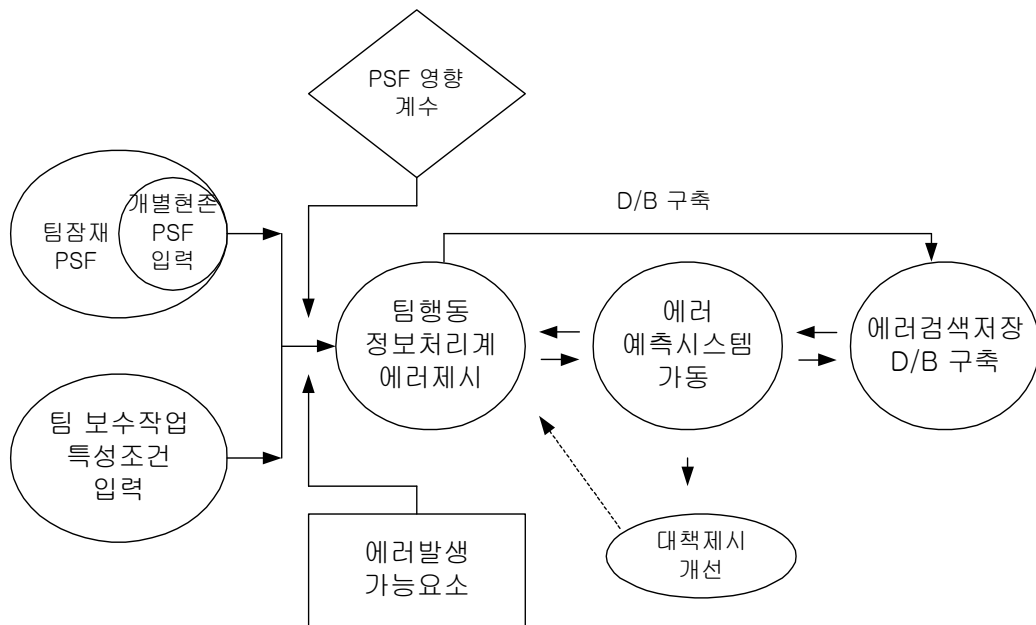
팀원간에 행동한 것이 잘못 연계되어 발생하는 에러를 말한다. 개인이 판단한 것을 행동으로 옮기는 과정에 손발의 순발력이 균형을 잃어 조작이 잘못된 에러 경우와 앞팀의 정비보수작업에서 잘못된 과정이나 혼란스러운 것이 다음 조에 연계되어 행동에러가 유발된 경우 등을 말한다

(바) 조작확인 에러

팀원들에게 지시한 명령이 올바르게 전달되었으나 개인의 행동완료 단계가 어떠한 결과로 실행되었는지 점검확인하지 않아 일어난 에러를 말한다.

이와같은 과정의 각 업무 처리에 안전하고 신뢰성 있는 업무가 성공 되도록 하기 위해서는 각종 업무수행 형성인자(PSF)를 평가하여 개선해야 한다. 업무성공 가능성 지표는 PSF에 대한 전문가 평가로 작업의 PSF 평가치에 PSF량의 중요도를 부여한 곱의 결과로 인적 과오율을 추정하는 방법이다. 예정된 보수작업의 잠재 가능성 있는 PSF의 존재를 파악하여 입력하고 인간 행동 시스템에 미치는 PSF 영향도 계수와 에러발생 요소를 예측시스템의 D/B로 추적하여 인간 정보 처리계의 주된 에러를 찾아낸다.[그림2-9]참조

Ramesy. J. 는 잠재적으로 위험한 시설이 위험한 상황에 있을 경우, 그 시설을 사용하고 있는 사람이 위험을 감지할 수 있는지 여부는 그 사람의 지각이나 감각, 경계심에 좌우된다. 그 사람의 지적능력이나 경험있는 교육 훈련에 좌우되고 위험을 인식하지 못하면 필연적으로 사고가 되는 위험한 행동을 하게된다. 위험이 있는 것을 인식하면 그 위험을 피하기 위한 행동을 어떻게 하도록 할 것인가하는 문제의 결단이 필요하다. 위험을 피하는 행동이 일어날것인지 여부는 그 사람의 경험이나 학습, 동기부여, 개인특성 등에 따라 영향을 받는다. 라고 말하고 있다. 시설 보수 정비시 팀 요원들의 행동에러도 개개인의 학습, 경험, 지식 등에 좌우되고 사람이 잠재적인 위험한 상황에 놓여있을 때 행동이 사고 발생으로 이어질 가능성이 많다. 우리들은 흔히 「틀린 것이 마음에 꺼림직하다」 「아무생각이 없었다」 등의 마음가짐 상태를 「실수였다」라고 말하는 의식자체가 너무나 책임감 없는 상태에 있는 것으로 생각된다. 이에 대해



팀 행동 예측 프로그램 구성

[그림 2-9] 팀 행동 예측 프로그램 구성

「장치 표시나 지침이 보기 어렵다」 「기기등 형태나 색표시, 기기 배치가 동일하다」라고 말하는 것은 접촉할 수 있는 부적절한 조건이 분포하고 있어 작업자 본인은 기분도 나지 않아 에러 행위가 되었고 작업환경도 결함있는 상태가 방치되어 있음을 예측할 수 있다.

인간은 열악한 작업환경에서는 기기공구를 잘못 취급하거나, 부적절한 온도나 습도, 소음상태에서는 의식수준이 저하하여 에러가 발생한다. 특히 이런 상황에서 단기기억은 한번에 기억할 수 있는 수가 10개미만으로 적고 재생까지 허용되는 시간이 매우 짧아 다른 정보가 들어오면 먼저 기억이 지워 없어져 「깜박잊었다!」라고 말하는 에러를 발생할 가능성이 있다고 한다. 안전에 대

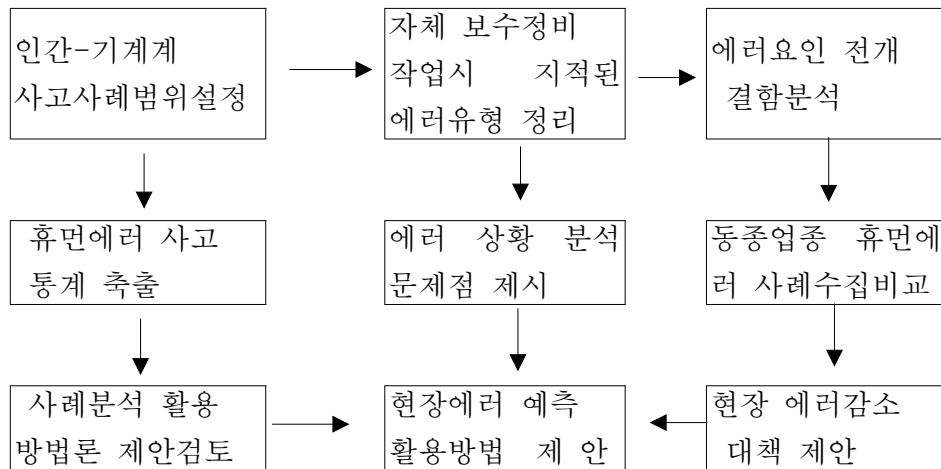
한 노력은 개인의 에러를 최소화하는 노력도 중요하지만, 조직이라는 군중 심리적인 팀 조직 중에 잠재하고 있는 에러를 관리감독자가 사전에 발견하여 시정 개선하는 일이 거의 없는데 문제가 있다. 따라서 소집단 팀조직에 잠재한 에러를 먼저 발견하여 해결하는 방향의 생활화가 이루어져야 한다. 그리고 각종 보수 작업시 발생했던 앗차 사고 사례정보를 수집하여 에러요인을 분석 정리하고 그 특징을 분류하여 대안의 주된 요소를 언제 어디에 어떻게 활용하는 것이 현장작업에 유효한가를 조사 분석하여 휴먼에러 감소나 방지대책에 적극활용 방법을 제안하는 것도 바람직하다

에러 인자 분석 결과 인간이 일으키는 행위 중에는 「무리하고 난폭한 행위」는 적당히 못본체 방치한 느낌을 주는 행동이 포함되어 있다.

이에 대응한 인간 심신상태 변화에 “마음이 들지 않음”, “틀려서 기분이 나쁘다”, “마음이 조급해진다” 라고 말하는 불쾌감이나 감각기관의 식별 능력수준이 저하한 것을 표현한 항목이 포함되어 있다. 마음이 조급하면 무리하게 난폭한 행위를 하기 쉬운 경향이 있다. 마음이 조급한 것과 같은 의미로 생각되는 매우 초조하게 서두르는 행위상태를 엿볼 수 있다. “변화에 마음이 들지 않음”, “틀림에 기분이 언짢다” 등 식별능력이 저하하고 있는 상태에서는 「무리난폭한 행위」이면에 착각이라는 행위로 나타나기 쉽다.

「무리한 예측, 가정」이나 「선입관, 습관」 등은 작업자가 이전에 경험이나 체험을 한 행위로 볼 수 있다. 이에 대응하여 생긴 마음가짐 상태는 “주의깊게 행하기 어렵다”, “우유부단하다”로 표현된다. 작업자가 작업을 행하고 있을 때 「상황판단이 곤란한 결함」은 이미 이전에 경험이 있었음을 나타내주고 있다. 빠뜨림 판단이나 멋대로 판단 등을 표시하고 있다.

이것은 작업자가 작업상황 변화에 대한 의욕이나 의식이 부족하여 초래된 결과 에러 행위에 이르는 것으로 생각된다.



[그림 2-10] 휴먼에러 사례 분석활용

[그림2-10]은 화학설비 자체 보수시 에러 상황분석을 활용하기 위하여 인간기계 계의 사고 사례의 결함 요인을 분석하여 현장에 잠재하고 있는 문제의 에러요인을 예측할 수 있도록 제시하고 그대안을 사전에 마련하여 인간의 행동 에러를 예방하는데 이용하는 방법을 도시한 것이다.

<표 2-6> 에러요인 세목비교

특성화 항목	일반적 세부 요인
① 보기 힘들다.	비교하기 힘들다 ,어두워보기 어렵다.가려져 있다. 멀리있어 볼 수 없다
② 듣기 어렵다.	듣기 어렵다. 목소리가 적어 잘 들리지 않음. 잡음이 많다.
③ 취급이 나쁘다.	사용하기 어렵다, 조작하기 어렵다. 잡는 곳이 없다.
④정보가 전해지지 않는다.	지시표시기록을 알려주지 않는다, 명령, 상황, 정보가 전해지지 않는다. 정보,상황을 전해도 이해가 어렵다.제3자가 전달을 잊었다
⑤ 행위에 제약이 있다	의사소통에 동작, 조작, 처리가 불가능, 자유롭게 처리가 안됨. 공간이 좁다. 주변에 다른물건이 있다
⑥주의력이분산되기쉽다	주의가지속되지안음,주의집중이불가능,다른데주의가감,주의력이 흩어진다 주변이 어수선하다 소음이 많다. 먼지 유해물 노출되어 신경이 쓰인다.
⑦ 의 식 이 고 조 (흥 분) 되 기 쉽다.	흥분하기 쉽다. 신경혈압이 높아지기 쉽다. 기분이 고조되기 쉽다. 들뜨기 쉽다. 마음이 조급하기쉽다. 군중심리 촉진이 있다
⑧예측판단이 필요하다.	자신예측, 판단이 어렵다. 예지능력이 부족하다. 관련지식이 없다
⑨ 심신에 부담이 느껴진다.	기분,마음이무겁다.몸에무리가있다.심신적인영향이감.심신에긴장이감, 많은 책임분담을 안겨줌
⑩동작 자유에 제약이 있다	자유롭게 움직이지못함. 몸이 무겁다. 뜻대로 움직여지지 않음, 감독 감시가 심함. 잔소리가 많음.규제가많음
⑪. 기분 안정이 느슨함	긴장감이 있다. 기분 안정이 느슨함. 해이해진다.
⑫ 긴장감이 지속된다	기분이 응축된 상태, 긴장지속
⑬ 심신의 피로가 있다	심신이 피로한 상태, 심신이 지친상태, 심신이 귀찮은 상태
⑭.신체가 경직되고 긴장이 된다.	몸이 굳어진 상태, 움직임이 딱딱한 상태
⑮ 체력기력 소모가 크다	체력기력을 많이사용,유지하기 어렵다. 체력기력이 쇠진상태 병적임
⑯의식 저하된다.	판단의의식이 늦음, 기억력이 없음 피곤함. 정신이명함
⑰작업 집중이 불가능	집중력이 저하, 주의력이 흩어짐 주변에 정신을빼김
⑱오래된 습관이있다	고질적인 행동, 고치기 어려운 습성.

제 3 장 화학 제품제조업의 에러 실태조사 분석 및 고찰

1. 사업장의 인적오류인자 진단 시스템 실태조사

가. 조사방법 및 설문조사

화학설비의 정기점검정비 보수를 실시하는 석유화학 공장을 중심으로 1차 (3.20 -6.30)울산, 여천, 대산 석유화학단지 및 경인 중부권의 화학공장 중 무작위로 30개 사업장을 선정하고 각 사업장을 방문하여 관리감독자, 생산현장요원, 콘트롤 룸 운전자 등 3부류로 각각 300명씩을 직접 면접식 설문조사를 택하였다.

정기보수 정비 작업은 소그룹의 팀을 구성하여 현장에 배치하고 짧은 기간 내 정비업무를 실시함으로써 업무수행에 따른 각 팀원들간의 휴먼에러에 의한 잠재위험성이 중대사고로 이어지는 가능성을 예상하여 이에 따른 안전 대응책을 마련하기 위하여 설문조사를 하였다. 설문구성은 인간공학적인 측면에서 안전확보가 유지되도록 사전에 계획하여 관리감독자 들이 자기책임의 영향력이 미치는 범위 내의 조직에 부하들의 업무수행형성에 따른 행동인자(PSF) 를 5개 부분으로 나눠 인간기계를 중심으로 한 요인, 작업특성 및 환경요인, 조직구성 자체의 요인, 작업자 내적 외적요인 등 51개 항목과 생산시설 콘트롤 룸

의 운전요원을 중심으로 콘트롤 룸의 정보탐색 및 시스템 합치성에 따른 41개 항목 및 보수정비 요원 중심으로 팀구성 수행도 57개 항목을 2~5점 선별식으로 문항을 구성하여 배포 기록후 직접 회수하여 통계분석 하였다.

이러한 기초 데이터를 보완하기 위하여 팀의 업무 수행형성 인자(PSF) 32항목과 조직체제 22항목 및 작업특징 16항목을 재선정 구성하여 2차 설문안을 작성하여 1차조사 했던 동일회사에 조사를 실시했다. 설문문항은 A.D.Swain이 제안한 작업시 환경이나 작업에 관계되는 인간행동 수행형성인자요인, E. Hollonagel, A.I. Siegel 등이 제시한 작업 수행도 형성 요인 항목들을 참고하여 우리 실정에 맞게 재편성하여 사용했다.

나. 분석 및 고찰

석유화학 공장의 휴먼에러 발생요인은 외적인 경향과 인간 내적인 경향에 의해 영향을 받게되는데 현장에 PSF요인을 에러와 연결시켜 5개 분야로 설문을 조사했을 때 휴먼에러 발생 원인으로 외적요인 중에 인간-기계계 요인 항목 가운데 작업할 때 필요한 정보가 얻기 어렵고 동시에 많은 정보가 주어짐으로서 나타난 전체분석 에러가 29.7%, 공구가 작업에 적절치 못하여 에러가 발생한다. 12.7% 매뉴얼 지도서가 미비함으로서 11.02%, 화학설비가 자동화 시설이므로 조작이 잘못 되었을 때 즉시 수정 중단이 어려움으로 인한 에러가 9.8%순으로 나타났다.

(1) 사업장 규모에 따른 인간 - 기계의 주요 에러 요인

(가) 300인 미만에서는 표준편차는 작업할 때 필요한 정보를 보기어렵다. 0.34986, 매뉴얼이나 지도서가 미비하다 0.4731, 다음이 조작 기구 취급이 어렵다 0.4303 이었다.

잘못 조작을 할 때 곧 수정을 하거나 중단이 어렵다 0.4961 제일 높다

(나) 301 - 500인은 작업할 때 필요정보를 보기 어렵다와 동시에 많은 정보가 주어지는 것이 0.4522로 같으며 장치 표시나 지침이 보기 어렵다. 0.4585였다.

(다) 501 - 1000인은 작업할 때 필요한 정보가 보기 어렵다 음성에 의한 지침이 듣기 어렵고 공기구가 작업현장에 적절하지 않다는 항목이 0.4764로 같고 다음이 많은 정보가 동시에 주어진다 0.4684 였다.

(라) 1000인 이상은 작업할 때 필요 정보가 보기 어렵다 0.4983 다음이 음성에 의한 지침이 듣기 어렵다, 잘못 조작을 할 때 곧 수정이나 중단이 어렵다. 0.4599로 같다. 다음이 작업시 결과를 알 수 없어 늦게 알려준다. 0.4091로 나타나 규모에 따라 약간의 차가 있으나 공통적으로 작업할 때 필요한 정보가 곧 보기 어려워 실수를 한다 0.4864로 가장 높게 나타났고 다음이 매뉴얼이나 지도서가 미비하다 0.4367, 음성에 의한 지침을 듣기 어렵다 0.434이고 공기구가 현장에 너무 부적절하다 0.4313 많은 정보가 동시 주어진다 0.4228 순이었다.

소규모에서는 작업 중 필요정보를 보기 어렵다는 정보제공 문제와 교육 미비가 주였고 대규모는 정보제공 방법과 치공구가 작업 현장에 부적절함을 에러요인으로 제기하고 있다.

매우 바빠서 적절한 판단을 하기가 불가능한 것을 표시한다.

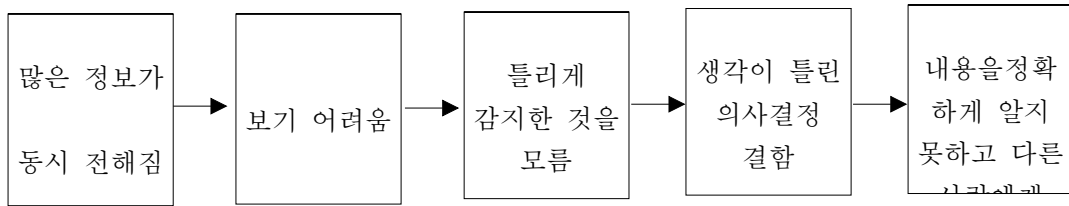
기계와 사람과 연계된 요인에 대한 내외부 영향으로 「공구나 기구류가 보수 작업에 부적절하다」 「오조작 했을 때 정정이나 간단히 중단하기 어렵다」라는 바쁜 시간내 작업수행의 어려움을 나타내고 있다.

<표 3-1> 인간-기계계 요인

1. 제1분류	인간기계 요인	1	2	3	4	5	6	7	8	9
51-100인	평균	0.3333	0	0	0.5	0	0.1667	0.1667	0.6667	0.1667
	사례수	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	표준편차	0.5164	0	0	0.5477	0	0.4082	0.4082	0.5164	0.4082
101-300인	평균	0.2048	0.241	0.1325	0.4337	0.2048	0.1928	0.2289	0.3253	0.1928
	사례수	83	83	83	83	83	83	83	83	83
	표준편차	0.406	0.4303	0.3411	0.4986	0.406	0.3969	0.4227	0.4713	0.3969
301-500인	평균	0.25	0.175	5.00E-02	0.275	0.275	0.15	0.225	0.225	0.4
	사례수	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	표준편차	0.4385	0.3848	0.2207	0.4522	0.4522	0.3616	0.4229	0.4229	0.4961
501-1000인	평균	0.1667	0.3333	8.33E-02	0.3333	0.3125	8.33E-02	0.3333	0.2292	0.125
	사례수	48	48	48	48	48	48	48	48	48
	표준편차	0.3766	0.4764	0.2793	0.4764	0.4684	0.2793	0.4764	0.4247	0.3342
1000인이상	평균	0.1026	0.2821	0.2308	0.4103	0.1795	0.2308	0.2051	0.1026	0.2821
	사례수	39	39	39	39	39	39	39	39	39
	표준편차	0.3074	0.4559	0.4268	0.4983	0.3888	0.4268	0.4091	0.3074	0.4559
계	평균	0.1898	0.25	0.1204	0.3796	0.2315	0.1667	0.2454	0.2546	0.2315
	사례수	216	216	216	216	216	216	216	216	216
	표준편차	0.3931	0.434	0.3261	0.4864	0.4228	0.3735	0.4313	0.4367	0.4228

인간-기계계 요인

1. 장치의 표시나 지침이 보기 어렵다.
2. 음성에 의한 지침을 듣기 어렵다.
3. 핸들, 레바, 크러치 등 조작기구 취급이 어렵다.
4. 작업할때 필요한 정보를 즉시 보기어렵다.
5. 많은 정보가 동시에 주어진다.
6. 작업할 때 결과를 알 수 없어 늦게 알려준다.
7. 공구나 기구류가 작업현장에 적절치 않다.
8. 매뉴얼이나 지도서가 완전치 못하다.
9. 잘못 조작을 할 때 즉시 수정하거나 간단히 중단하기 어렵다.



[그림 3-1] 정보감지오류 전달과정

(2) 인간내적 요인에 대한 사업장 규모별 분석

(가) 300인 미만 ①작업에 적극 노력 자세의 결함이 있는 자의 표준편차가 0.4924로 제일 높고 ②종전하던 방법 때문에 새로운 상황 대응이 어렵다 0.4867 순으로되어 있고 ③조작순서 전체 흐름이 목적 구분이 안되는 자 0.4713이었다.

(나) 301 - 500인에서는 ①작업에 경험이 있으나 장치 원리 구조에 대한 지식 미흡이 0.5038이고 ②적극 노력 자세에 결함이 있다. 0.5006 다음이 ③종전방법에 방해되어 새로운 상황적응이 어려운 자가 0.4743으로 가장 높고

(다) 501-1000인에서는 ①작업 환경이 만족치 않음이 0.4982로 가장 높고 ②경험은 있으나 장치 원리 구조 지식이 미흡한 자 0.4942 ③성미 급한 작업자가 있어 안심할 수 없다 0.4833 이었다.

(라) 1000인 이상은 작업 경험이 있어도 장치 원리나 구조에 대한 지식 미흡 0.4983으로 가장 높고 ②작업에 대한 경험이 미흡한 작업 0.486 ③작업 적극 노력 자세 결함과 실패를 무서워하는 작업자 0.4776 이었다.

공통적으로는 ①장치원리 구조 지식 미흡한자 0.4933으로 제일 높고 ②작업에 적극 노력자세 결함자 0.4772 ③작업 경험 불만족 0.4725 ④종전방법에 방해 되 새로운 상황 적응이 어렵다 0.4597 이었다.

<표 3-2> 인간내적 요인

2. 제2분류 인간내적 요인		10	11	12	13	14	15	16	17	18
51-100인	평균	0.5	0.5	0.6667	0.1667	0.8333	0	0.1667	0	0
	사례수	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	표준편차	0.5477	0.5477	0.5164	0.4082	0.4082	0	0.4082	0	0
101-300인	평균	0.3735	0.3614	0.3012	0.2651	0.6988	0.3253	0.1325	0.3976	0.1566
	사례수	83	83	83	83	83	83	83	83	83
	표준편차	0.4867	0.4833	0.4616	0.444	0.4616	0.4713	0.3411	0.4924	0.3657
301-500인	평균	0.325	0.275	0.225	0.2	0.55	0.15	0.2	0.425	1.00E-01
	사례수	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	표준편차	0.4743	0.4522	0.4229	0.4051	0.5038	0.3616	0.4051	0.5006	0.3038
501-1000인	평균	0.1667	0.1875	0.4167	0.2708	0.3958	0.2083	0.125	0.25	0.1042
	사례수	48	48	48	48	48	48	48	48	48
	표준편차	0.3766	0.3944	0.4982	0.4491	0.4942	0.4104	0.3342	0.4376	0.3087
1000인이상	평균	0.2564	0.2308	0.359	0.2564	0.5897	0.1795	0.2308	0.3333	0.1538
	사례수	39	39	39	39	39	39	39	39	39
	표준편차	0.4424	0.4268	0.486	0.4424	0.4983	0.3888	0.4268	0.4776	0.3655
계	평균	0.3009	0.287	0.3333	0.25	0.588	0.2315	0.162	0.3472	0.1296
	사례수	216	216	216	216	216	216	216	216	216
	표준편차	0.4597	0.4534	0.4725	0.434	0.4933	0.4228	0.3693	0.4772	0.3367

2. 제2분류 인간내적요인		19	20	21	22	23	24
51-100인	평균	0.5	0	0.5	0.3333	0	0.3333
	사례수	6	6	6	6	6	6
	표준편차	0.5477	0	0.5477	0.5164	0	0.5164
101-300인	평균	0.253	0.3373	0.2169	0.2048	6.02E-02	0.241
	사례수	83	83	83	83	83	83
	표준편차	0.4374	0.4757	0.4146	0.406	0.2394	0.4303
301-500인	평균	0.25	0.225	0.25	0.15	2.50E-02	0.225
	사례수	40	40	40	40	40	40
	표준편차	0.4385	0.4229	0.4385	0.3616	0.1581	0.4229
501-1000인	평균	0.2292	0.3542	0.1875	0.1875	4.17E-02	0.1875
	사례수	48	48	48	48	48	48
	표준편차	0.4247	0.4833	0.3944	0.3944	0.2019	0.3944
1000인이상	평균	0.2308	0.2564	0.2308	0.1795	0.1282	0.3333
	사례수	39	39	39	39	39	39
	표준편차	0.4268	0.4424	0.4268	0.3888	0.3387	0.4776
계	평균	0.25	0.2963	0.2269	0.1898	6.02E-02	0.2454
	사례수	216	216	216	216	216	216
	표준편차	0.434	0.4577	0.4198	0.3931	0.2384	0.4313

인간내적 요인

10. 이전에 하는 방법에 방해되어 새로운 상황에 대응하기가 어려운 작업자가 있다.
11. 작업에 포함된 위험성을 바른 판단이 불가능한 작업자가 있다.
12. 작업에 대한 경험이 만족치 않은 작업이 있다.
13. 개개 작업에 대한 훈련이나 교육이 부족한 작업자가 있다.
14. 개개작업 경험이 있어도 장치의 원리나 구조에 대한 충분한 지식이 없는 자가 있다.
15. 조작이나 순서, 전체흐름 목적이 분명하지 않은 작업자가 있다.
16. 정신적, 육체적인 건강 상태가 나쁜 작업자가 있다.
17. 작업에 대한 적극적으로 노력하는 자세에 결함이 있는 작업자가 있다.
18. 연령이 높은 작업자가 있다.
19. 협조성이 없는 작업자가 있다.
20. 안심할 수 없고 성미급한 성격의 작업자가 있다.
21. 태평스러운 성격의 작업자가 있다.
22. 생각이 끊어지는 작업자가 있다.
23. 몸에 질병이 있는 작업자가 있다.
24. 결과를 중대시하고 실패하는 것을 과도하게 무서워하는 작업자가 있다.

규모가 적을수록 작업 적극 노력자세와 습관이 문제고 규모가 클수록 장치구조 지식에 미흡, 작업 경험 미흡을 제시하고 있다.

(3)작업특성 요인을 규모별로 보면

(가) 300인 미만 ①보호구 등이 작업방해 0.499 로 가장 높고 ②조직상태 기록이 불안전해도 작업해야 한다 0.4833 ③시간축박해서 급하게 작업함 0.4561 ④좀처럼 일어나지 않는 상태에 대응 않함 0.4303 순이고

(나) 301-500인에서는 ①보호구등이 작업방해0.50 ②좀처럼 일어나지 않는 상태 대응안함 0.4903 ③시간이 축박해서 급하게 작업함 0.4743 ④신체적 무리한 동작 자세요구 0.464 이었다.

(다) 501 - 1000인 에서는 ①시간이 축박해 급하게 작업함 0.4892로 제일 높고 ②신체적 무리한 동작 자세 요구 작업과 보호구 등이 작업 방해 0.476

<표 3-3> 작업특성 요인

3.	작업특성	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
제3분류	요인번호											
51-100인	평균	0.1667	0.8333	0.3333	0.1667	0.1667	0.5	0.3333	0.3333	0.1667	0.1667	0.6667
	사례수	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	표준편차	0.4082	0.4082	0.5164	0.4082	0.4082	0.5477	0.5164	0.5164	0.4082	0.4082	0.5164
101-300인	평균	0.241	0.7108	0.3614	0.1687	0.1446	0.1807	0.1566	0.1928	4.82E-02	0.3012	0.4337
	사례수	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
	표준편차	0.4303	0.4561	0.4833	0.3767	0.3538	0.3871	0.3657	0.3969	0.2155	0.4616	0.4986
301-500인	평균	0.375	0.675	0.25	0.1	0.125	7.50E-02	0.15	0.15	0.1	0.3	0.425
	사례수	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
	표준편차	0.4903	0.4743	0.4385	0.3038	0.3349	0.2667	0.3616	0.3616	0.3038	0.4641	0.5006
501-1000인	평균	0.25	0.625	0.2083	4.17E-02	0.1667	0.2292	0.1042	0.1458	4.17E-02	0.3333	0.3333
	사례수	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
	표준편차	0.4376	0.4892	0.4104	0.2019	0.3766	0.4247	0.3087	0.3567	0.2019	0.4764	0.4764
1000인 이상	평균	0.2308	0.5128	0.2564	0.1026	0.2051	0.2051	0.1282	0.1795	5.13E-02	0.4103	0.3333
	사례수	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39	39
	표준편차	0.4268	0.5064	0.4424	0.3074	0.4091	0.4091	0.3387	0.3888	0.2235	0.4983	0.4776
계	평균	0.2639	0.6528	0.287	0.1157	0.1574	0.1852	0.1435	0.1759	6.02E-02	0.3241	0.3981
	사례수	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216	216
	표준편차	0.4418	0.4772	0.4534	0.3207	0.365	0.3894	0.3514	0.3816	0.2384	0.4691	0.4907

작업특성 요인

25. 좀처럼 일어나지 않는 사태에서 그 대응을 간혹 하지 않는 작업이 있다.
26. 시간이 촉박해서 급하게 하지 않으면 안 되는 작업이 있다.
27. 조작이나 상태의 기록이 불안전해도 행하지 않으면 안 되는 작업이 있다.
28. 구체적인 순서나 작업기준 작업 목적이 확실치 않은 작업이 있다.
29. 지시나 명령을 직접전달하지 않고 인편으로 전달하지 않으면 안 되는 작업이 있다.
30. 작업과정을 객관적으로 체크하는 것이 불가능한 작업이 있다.
31. 작업과정을 한가지 확인하는 방법 이외에 다른 방법으로 확인이 불가능한 작업이 있다.
32. 작업자 경험이나 이해력을 초과하여 판단이 요구되는 작업이 있다.

33.작업 진행 방법이나 순서를 확인 할 방법이 없는 작업이 있다.

34.신체적으로 무리한 동작이나 자세가 요구되는 작업이 있다.

35.보호구 등이 오히려 작업에 방해가 되는 경우가 있다.

이었고 ③좀처럼 일어나지 않는 사태에 대응 안함 0.4376 순이다.

(라) 1000인이상 ①시간이 촉박해서 급하게작업0.5064로 가장높고 ②신체적 무리한동작 자세 요구작업0.498 ③보호구 등이 작업 방해 0.478 순이었다. 공통적으로는 ①보호구 등이 작업 방해 작업 0.491로 가장 높고 ②시간이 촉박해서 서둘러 작업 0.4772 ③신체적 무리한 동작 자세 요구 작업0.469 ④조직 상태 기록이 불안전해도 작업해야 함 0.4534 순이다

규모가 적을수록 보호구가 작업 방해 원인이되었고 규모가 클수록 시간이 급해서 서둘러 작업한다는 작업 특성의 현실적인 인위적 에러를 찾아볼 수 있다.

(4) 조직 자체 요인에서 규모별로는

(가) 300인 미만은 ①역할 분담 책임 소재 불분명, 작업 중 다른일이 겹쳐 업무 중단 작업량에 비해 사람이 적다 0.4713으로 같고 ②안전을 가볍게 여기는 풍조 0.4227로 나타났다.

(나) 301 - 500인 규모는 ①작업량에 비해 인원이 적다 0.4903으로 제일 높고 ②작업 중 다른 용도 일이 겹쳐 업무중단 0.4385 ③안전을 가볍게 생각하는 풍조 0.4229 순이고

(다) 501 - 1000인 규모는 ①작업량에 비해 사람이 적다 0.4593으로 제일 높고 ②안전을 가볍게 생각하는 풍조 0.4491 ③지시 명령을 직접 전함 0.3944 순이며

<표 3-4> 조직자체의 요인

4. 제4분류	조직자체 요인	36	37	38	39	40	41	42	43
51-100인	평균	0.5	0	0.6667	0	0.5	0.1667	0.8333	0.6667
	사례수	6	6	6	6	6	6	6	6
	표준편차	0.5477	0	0.5164	0	0.5477	0.4082	0.4082	0.5164
101-300인	평균	0.2289	0.1084	0.3253	9.64E-02	0.3253	1.21E-02	0.3253	0.1205
	사례수	83	83	83	83	83	83	83	83
	표준편차	0.4227	0.3128	0.4713	0.2969	0.4713	0.1098	0.4713	0.3275
301-500인	평균	0.225	0.125	0.175	0.2	0.25	7.50E-02	0.375	7.50E-02
	사례수	40	40	40	40	40	40	40	40
	표준편차	0.4229	0.3349	0.3848	0.4051	0.4385	0.2667	0.4903	0.2667
501-1000인	평균	0.2708	8.33E-02	0.125	0.1042	0.1667	4.17E-02	0.2917	0.1875
	사례수	48	48	48	48	48	48	48	48
	표준편차	0.4491	0.2793	0.3342	0.3087	0.3766	0.2019	0.4593	0.3944
1000인이상	평균	0.1538	0.1026	0.1795	0.1538	0.3077	2.56E-02	0.5128	0.1538
	사례수	39	39	39	39	39	39	39	39
	표준편차	0.3655	0.3074	0.3888	0.3655	0.4676	0.1601	0.5064	0.3655
계	평균	0.2315	0.1019	0.2361	0.125	0.2778	3.70E-02	0.375	0.1481
	사례수	216	216	216	216	216	216	216	216
	표준편차	0.4228	0.3032	0.4257	0.3315	0.4489	0.1893	0.4852	0.3561

조직자체의요인

36. 안전을 경시하는 풍조가 있다..

37 단조로운 작업에 대해서 기분 전환을 할 기회가 주어지지 않는다.

38. 역할 분담이나 책임소재가 명확치 않다.

39. 장시간에 걸쳐서 단조로운 작업만 시킨다.

40. 작업 중에 다른 용도의 일이 겹쳐서 업무흐름이 중단된다.

41. 작업량에 비해 사람이 많다. 42.작업량에 비해 사람이 적다.

43. 지금까지 경험으로 지시명령을 직접전하는 훌륭한 관리자도 있다.

(라)1000인 이상 ①작업량에 비해 사람이 적다 0.5064로 제일 높고 ②작

업중에 다른 일이 겹쳐 업무중단 0.4676 이고 ③역할 책임 소재 불명확 0.3888 순이다.

공통적으로 ①작업량에 비해 사람이 적다 0.4552로 제일 높고 ②작업 중 다른 일이 겹쳐 업무중단 0.4889 이고 ③역할 분담 책임 소재 불명확 0.4257 ④안전 을 가볍게 생각하는 풍조 0.4228 이다.

규모에 관계없이 작업량에 비해 인원이 적고 업무가 겹친다 역할분담 등 공정 상의 문제점을 예러 원인으로 들고 있다.

(5) 외적요인을 규모별로 보면

(가) 300인 이하 ①작업장에 소음진동이 크다 0.4968으로 제일 높고 ② 근무 작업이 끝나도 확인 습관이 없다 0.4666이고 ③작업이 시작 되도 의문을 질문하지 않음 0.444순이다.

(나) 301 - 500인은 300인 이하고 똑같은 순위로 ①작업장에 소음 진동 이 높다. 0.4641 ②근무 작업이 끝나도 확인 습관이 없다 0.4385 ③작업 시작되 어도 의문을 묻지 않음 0.4229이다.

(다) 500 - 1000인 ①작업 안전통로 발판이 좁고 불안전 0.4684으로 제 일 높고 ②작업장에 소음 진동이 크다 0.4593 ③작업장 조명이 어둡다 0.4104 순이었다.

(라) 1000인 이상은 ①작업장 소음 진동이 높다 0.505로 제일 높고 ②작 업장이 어둡다 0.4676 ③작업장 통로 발판이 좁고 불안전 0.4268 순이었다.

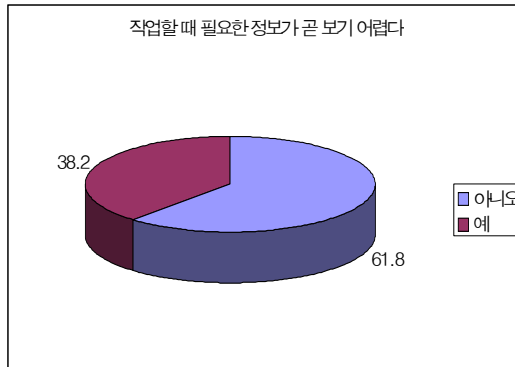
<표 3-5> 외 적 요 인

5. 제5분류	외적요인	44	45	46	47	48	49	50	51
51-100인	평균	0.3333	0.6667	0	0.5	0	0.3333	0.1667	0.1667
	사례수	6	6	6	6	6	6	6	6
	표준편차	0.5164	0.5164	0	0.5477	0	0.5164	0.4082	0.4082
101-300인	평균	8.43E-02	0.1446	0.4217	0.1205	0.1325	0.2651	0.1446	0.3133
	사례수	83	83	83	83	83	83	83	83
	표준편차	0.2796	0.3538	0.4968	0.3275	0.3411	0.444	0.3538	0.4666
301-500인	평균	7.50E-02	7.50E-02	0.3	0.125	0.15	0.225	2.50E-02	0.25
	사례수	40	40	40	40	40	40	40	40
	표준편차	0.2667	0.2667	0.4641	0.3349	0.3616	0.4229	0.1581	0.4385
501-1000인	평균	0.125	8.33E-02	0.2917	0.2083	0.3125	0.1667	0.1875	0.1042
	사례수	48	48	48	48	48	48	48	48
	표준편차	0.3342	0.2793	0.4593	0.4104	0.4684	0.3766	0.3944	0.3087
1000인이상	평균	7.69E-02	0.2051	0.4615	0.3077	0.2308	0.1282	0.1538	0.1282
	사례수	39	39	39	39	39	39	39	39
	표준편차	0.27	0.4091	0.505	0.4676	0.4268	0.3387	0.3655	0.3387
계	평균	9.72E-02	0.1435	0.3657	0.1852	0.1898	0.213	0.1343	0.2176
	사례수	216	216	216	216	216	216	216	216
	표준편차	0.2969	0.3514	0.4828	0.3894	0.3931	0.4104	0.3417	0.4136

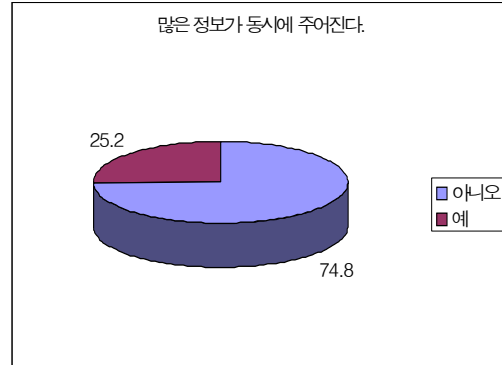
- 44.작업장에 온도습도가 높다. 45. 작업장이 춥다.
 46.작업장 소음진동이 크다. 47.작업장이 어둡다.
 48.작업 장소나 통로발판이 좁고 불안정하다 49.작업이 시작되어도 모르는 것을 묻지 않는다.
 50.작업중에 의문사항이 있어도 묻지 않는다 51. 작업이 끝나도 의문사항을 묻지않고 있다.
 52.심야 아침 일찍 작업이 있다.

공통적으로는 ①작업장에 소음진동이 크다 0.4828로 제일 높고 ②근무 작업이 끝나도 확인 습관이 없다 0.4136 ③작업이 시작되어도 의심 있는 것을 묻지 않음 0.4104 ④작업장 안전통로 발판이 좁고 불안정하다 0.3931로 나타나고 있다. 규모가 클수록 작업 환경의 외부 물리적 요소가 예러 요인으로 높고 규모가 작을수록 소음진동과 의심 부분 질문 없음이 문제가 되고 있어 의사소통상의 문제를 제시하고 있다.

현장에서 생각하는 인간-기계계 요인 중에 비중이 큰 각각의 요인을 개체별로 상세



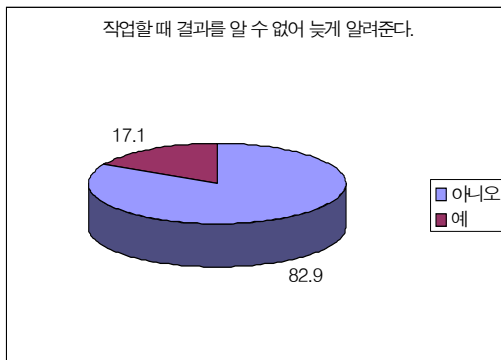
[그림 3-2] 작업시 필요 정보 보기어려움



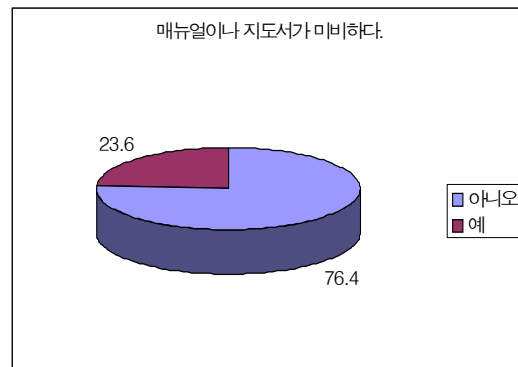
[그림 3-3] 정보가 동시 제공

히 분석하면 그림과 같다

인간-기계계 에러요인중 주로 작업시 필요정보를 보기어렵고 동시에많은정보가 주어져 판단키 어렵거나 매뉴얼이 미비함 등 정보전달 상에 문제가 큰 비중을 차지하고 있으나 개개항의 긍정적인 답은 적게 나타났다. <표-1>9개 항목 중 제일 높게 점유하고 있다.

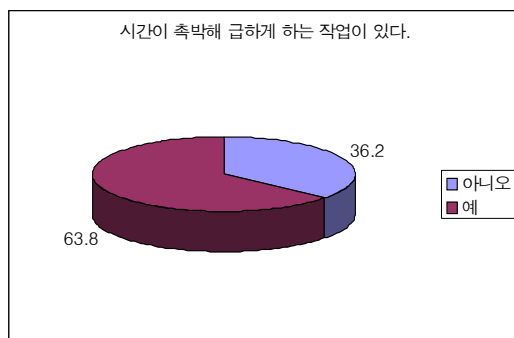


[그림 3-4] 작업시 늦게 정보 알림

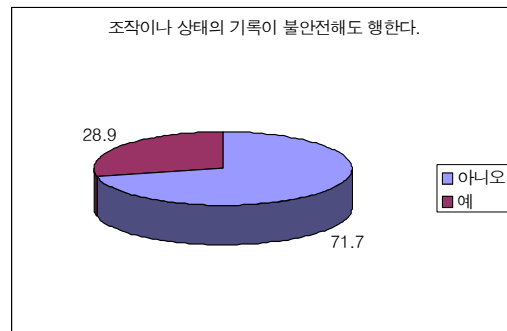


[그림 3-5] 지도서 미비

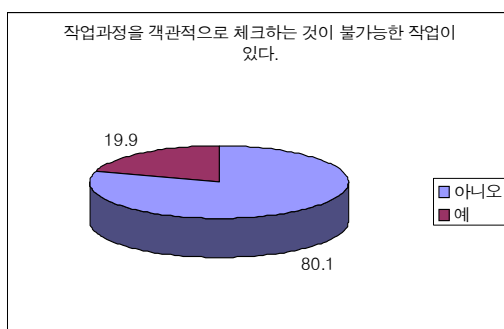
작업특성에 의한 외적요인을 전체적 통계로 분석했을때 시간이 촉박해서 급하게 서둘지 않으면 안되는 작업의 비율이 22.3%로 제일 높고 보호구가 작업에 방해가 되어 애러가 발생한 경우 14.5%, 신체의 무리한 동작자세가 요구되는 작업에 의해서 발생한 경우 11.7%, 좀처럼 일어나지 않는 상태와 기록이 불안전해도 행하지 않으면 안되는 경우 10.3%를 들 수 있어 작업특성상 시간을 다뤄 무리하게 대처해야 하는 특성으로 인한 휴먼에러가 문제시되고 있다. 개별항목을 상세히 분석하면[그림3-7][그림3-8]와같다.



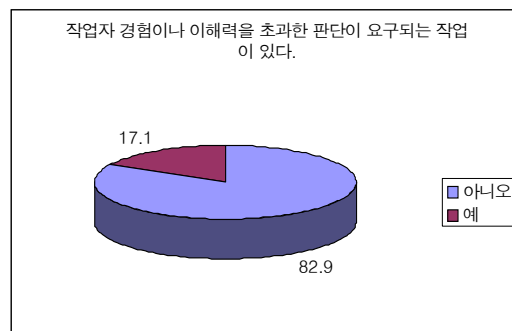
[그림 3-6] 시간이 시급한 작업



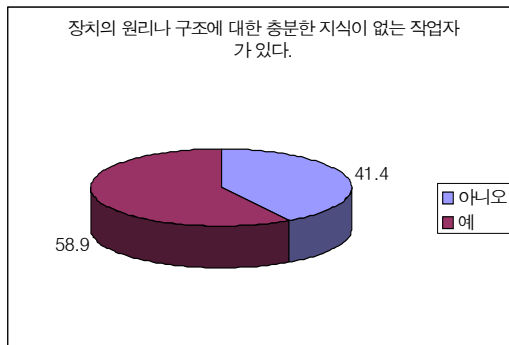
[그림 3-7] 상태 불안전시 작업수행



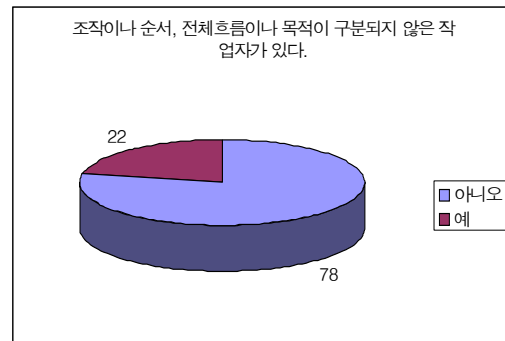
[그림 3-8] 객관적 체크 불가능 작업



[그림 3-9] 경험 초과 판단요구작업

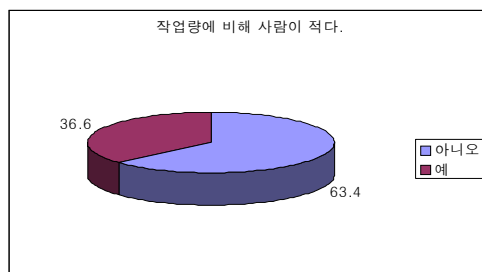


[그림 3-10] 장치구조에 대한 지식
없는지

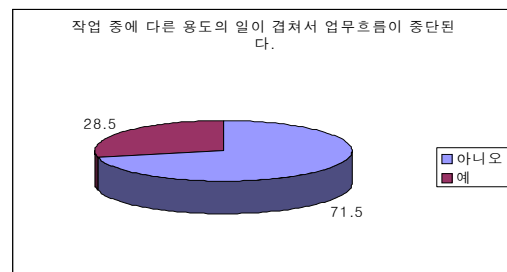


[그림 3-11] 조작순서 목적이 구분되
지 않는지

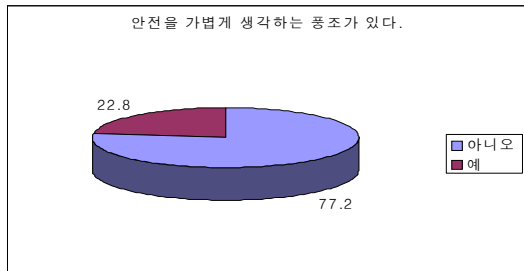
조직 자체의 외적요인으로 전체적으로 보면 작업량에 비해 사람이 적으므로 업무과다 수행 중 에러가 22.9% 작업 중 업무가 겹쳐 업무흐름이 중단 되므로서 에러가 18.2% 역할분담이 불명확하여 15.7%, 안전을 가볍게 생각하고 행동함 14.9%, 순으로 조직 자체의 안전문제를 예외 시 함으로서 에러가 발생하는 분위기는 대단히 중대한 문제라고 사료된다.



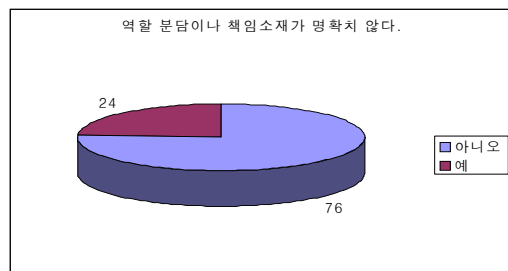
[그림 3-12] 업무과다



[그림 3-13] 일이 겹쳐 업무흐름중단

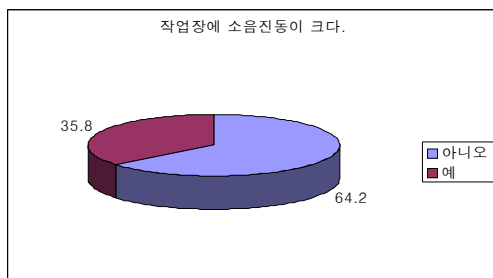


[그림 3-14] 안전을 가볍게 생각

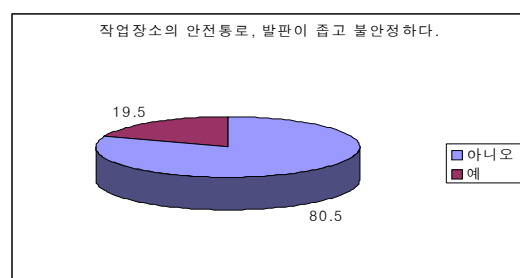


[그림 3-15] 역할분담 불명확

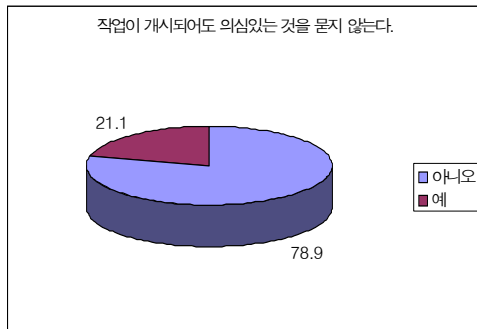
그외 외적인 요인의 전체적인 분석으로 작업환경상의 문제를 보면 작업장의 소음진동 때문에 23.9%, 작업중 의문사항을 묻지 않거나 지나쳐버리는 행위 23.6%, 온습도가 높거나 낮아 15.6, 작업공간 통로가 협소하여 13.5%, 조명이 어둡다 11.9%, 등으로 인한 휴면예러를 들 수 있고 인간 내적인 요인으로 장 치원리나 구조지식이 불충분하다 15.5%, 작업경험 부족 적극노력자세 결함 각각 9.8%, 새로운 상황 대응 난이 7.6%, 작업 위험성 판단불가능 6.0%, 협조성이 부족하거나 성격이 급한 작업자 14.2%, 교육훈련 부족으로 인한 예러 6.5%, 조직자체에 “안전을 경시하는 풍조가 있다”22.8%는 안전의식을 저하시키는 분위기를 나타내는 항목으로 잠재한 예러를 예외시하는 경향도 포함 되어 있다.



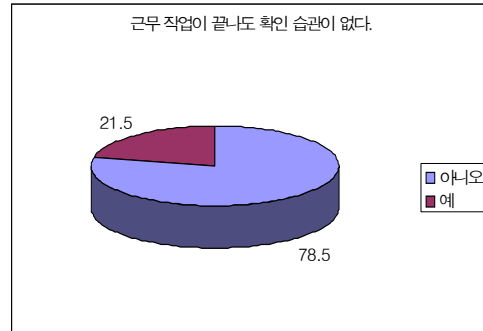
[그림 3-16] 작업장의 소음진동



[그림 3-17] 안전통로 발판협소



[그림 3-18] 작업시 질문없음



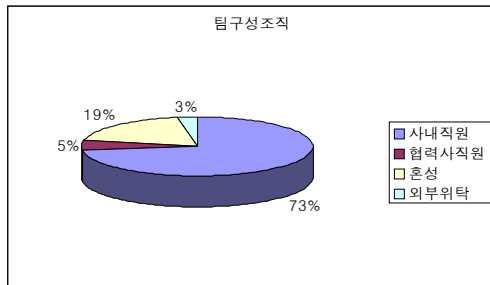
[그림 3-19] 확인습관 없음

(2) 팀 구성 조건

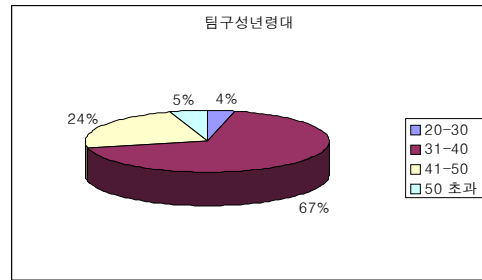
정기점검 보수 시 팀구성은 사전에 82.7%가 충분히 검토하여 팀을 구성한다. 이중에 자사 직원만으로 구성한다 73%이고 협력사 직원만으로 구성은 5.3%로 극히 적으며 혼성팀 구성은 19%이다. 보수점검 정비시 자체사원들은 사전 교육, 기준규칙준수가 강화되나 혼성팀이나 외부 협력사들로만 구성 되었을 때 사전 안전관리 교육수준이나 수칙 준수 이행 의식이 틀려 잠재 위험이 현존가능성이 많이 있다. 특히 요원들의 연령대 별 구성은 31-40세가 67.4%로 제일 높고, 41-50세가 24%, 20-30대는 3.7%, 50세 이상 4.9%와 비슷하며 30, 40대가 주를 이루고 있으며 77%가 유경험자들이다.

<표3-6> 팀구성 사전검토 및 업무적성여부

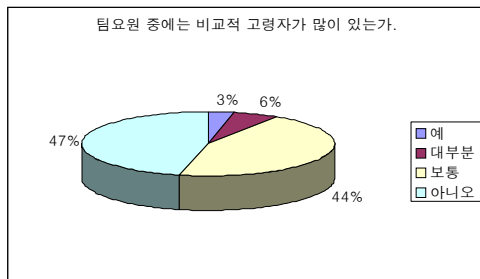
항 목	인원수	점유율%	항 목	인원수	점유율%
사전검토한다	225	82.7	적성맞음	85	32
안한다	5	1.9	안맞음	2	8
무응답	41	15.4	모르겠다	179	67.3
합 계	266	100	합계	266	100



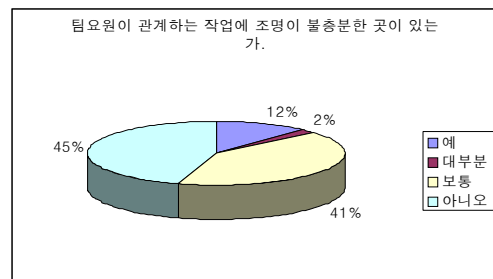
[그림 3-20] 팀구성조직



[그림 3-21] 팀구성 연령

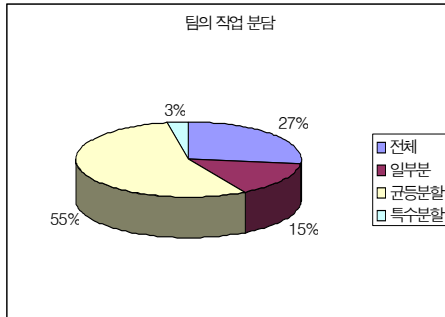


[그림 3-22] 팀요원 고령자 여부

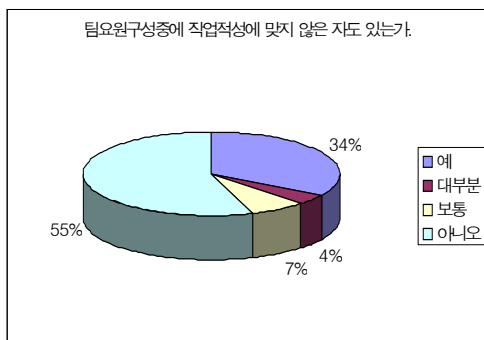


[그림 3-23] 조명 불충분 여부

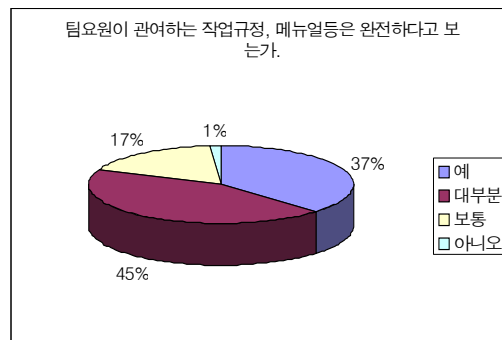
팀 구성 교육 및 숙련도 조건은 휴먼에러에 많은 영향을 끼치는 인자들로 사고와 연관성이 있음에 유의해야 한다. 한 개의 팀구성은 1-3명이 38.4%이고 5명이 21.6% 7-10명이, 24.5%로 대부분 10명 이내가 84.5%를 점유하고 있다. 팀에게 작업 분담은 균등 분할이 55.2%를 차지하며 전체적으로는 27.2%로 었다. 특수한 부분의 분할은 2.8%로 극소 부분이다. 계획된 업무에 적성이 맞는다 32%, 관심없다 67.3%, 안맞는다 0.7%로 [그림3-25]에 작업적성이 맞지않는 자34%를 무시하고 분담시키고 있음을 알 수 있다. 팀의 작업지시 방법은 문서로 59.5%, 구두로 지시 32.1%, 방송, 인터폰은 각각 5.2%이며 작업지시 대상은 팀 리더에게 46% 전체집합 시켜서 36% 개인별로 18% 순 이었다.



[그림 3-24] 팀의작업분담



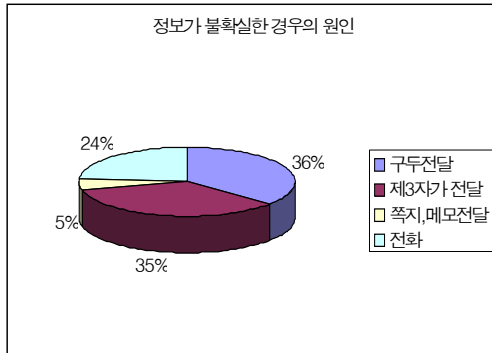
[그림 3-25] 작업 적성여부



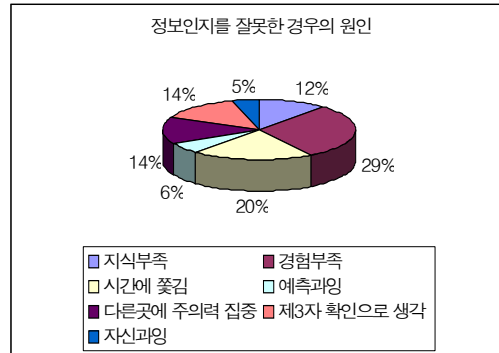
[그림 3-26] 작업규정 매뉴얼 완전여부

[그림3-26]에서 팀 구성원들에게 영향이 있는 규정이나 매뉴얼은 82%가 완전하다고 답하고 있으나 적성에 맞지않는 업무수행시의 심리 부담은 행동 준수 여부에 영향력이 작용하게 될 것으로 예상된다.

보수정비 점검시 교육훈련 은 주의만 준다. 67.3%, 교육시킨다 29.7% 안받음 3%로 대부분 주의 만 주고있다. 정보제공은 확실하다 86.1%며 정보는 이해하기 쉽다 79.3%로 대개 정보전달이 잘 되고있는 편이나 불확실한 경우 13.9%, 이해하기 어렵다 20.7%로 실패결과 무서움을 느끼는 작업자 행동 6.3% 등으로 작업자가 갖고있는 지식경험 등 내부적인 특색으로 인한 휴먼에러가 원인이 되고 있음을 알 수 있다.



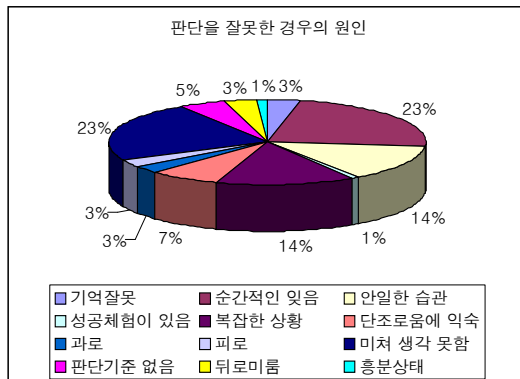
[그림 3-27] 정보 불확실 원인



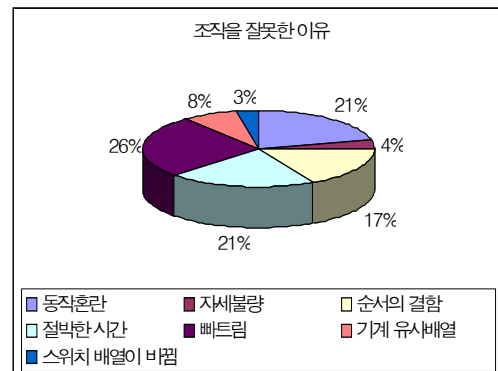
[그림 3-28] 정보인지 잘못된 원인

정보제공이 불확실한 경우 이유로는 구두전달이 36%, 제3자가 전달을 잘못된것이 35%, 전화 23.9%, 쪽지메모 5.1%로 구두 전달이나 제3자 전달이 불확실한 것이 전체 71%를 차지하고 있어 정보제공상의 문제점을 제시해 주고있다.

특히 보수정비 작업시 작업순서 등 메뉴얼이 있다 28.9%, 없다 3.8%, 있으나 미비함이 67.3%,로 작업 표준순서나 메뉴얼이 안전 상 미비하여 특히 보완해야 할 점으로 제시되고 있다. 인간정보처리 과정에서 오류가 발생하는데 정보 제공은 되었으나 인지가 잘못된 경우에 경험부족이 29.6%, 시간에 쫓겨 잘못된 인지가 20.2%, 다른곳에 주의력을 집중하고 있어 인지 잘못됨이 14.4%, 제3자 확인할 사항이라고 생각함이 13.6%, 지식부족이 11.5%, 예측이나 자신과잉이 10.7%, 기타였다. 정보인지오류는 경험부족과 시간 쫓김이 49.8%이다. 판단을 잘못된 경우로 습관적으로 잊음 23.6%, 미처 생각지 못함 22.8%, 복잡한 상황이 14%, 안일한 습관이 13.6%, 과로 피로 5.6%, 판단기준이 없어 뒤로미룸 8%, 흥분상태도 1.2%나 되어 주로 습관적으로 잊거나 생각 못함이 46.4%이었다.

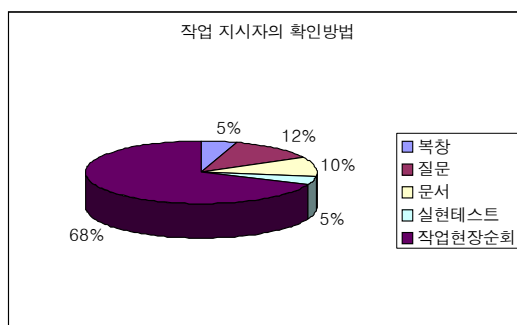


[그림 3-29] 판단잘못원인

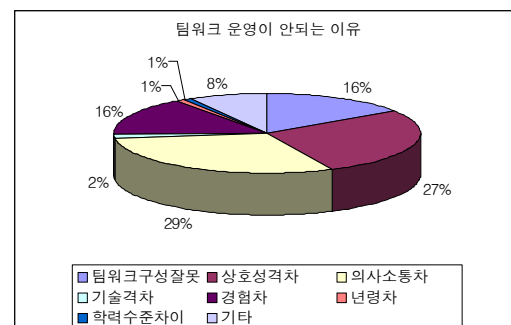


[그림 3-30] 조작잘못이유

조작을 잘못된 오류는 빠트림 26.2%로 많고 절박한 시간에 쫓기다 20.9%, 동작혼란 21.3%로 주요인이 되고 있으며 스위치나 기계가 유사 배열 바뀜이 11%, 자세불량 4% 순으로 되어있다. 작업지시자의 확인 직접 확인 71.1%로 가장 많고 시간 경과후 보고로 대체하는 것이 각각 18%, 안 한다 4.9%나 되고 있으며 그 확인방법은 작업현장 순회 68.5%로 제일 많고 질문으로 확인 12%, 문서로 9.7% 순이었다.

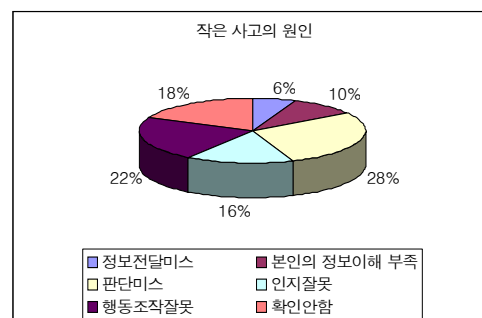


[그림 3-31] 작업지시확인방법



[그림 3-32] 팀워크운영 안되는 이유

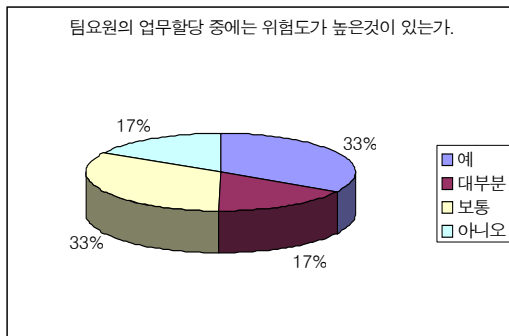
평소에 팀워크 운영은 잘된다 8.2%, 약간 문제 있다 13.2%, 안됨 4.5%로 나타났다. 팀워크가 잘 안되는 이유로 의사소통 차 29.8%, 성격차 27.3%, 팀 자체 구성잘못, 경험 차 각각 15.7%였다. 기술격차, 학력 연령은 3.4%로 팀 의사소통의 성격이 전체 57.1%로 문제가 있고 팀 구성이나 경험 차에 의한 것이 31.4%로 사전 팀 구성 시 유의해야할 점을 제시해 주고 있다.



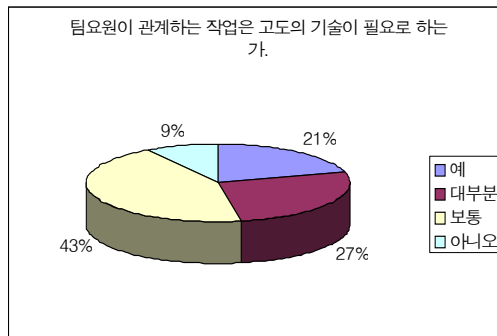
[그림 3-33] 사고원인

셋다운시 실수경험은 62.8%가 갖고있으며 사고 경험도 본인 판단이해부족이 28.4%, 행동 조작잘못 22%, 확인 안함 18.3%, 잘못인지 15.6%였다. 정보전달 이해부족도 15.6%되고 있어 사전 안전확인 교육의 필요성을 다시금 생각하게 하고있다. 이때 작업의 난이도는 25.2%가 있다고 답하고 있으며 여유가 있는 경우 13.5%로 작업의 난이도나 작업 여유에 관계없이 근본적인 잘못이 있음을 재고해 필요가 있다고 사료된다.

팀 행동 수행도에 따른 작업지시가 쉽다 83.1%, 어렵다 9.4%였다. 지시를 받은후 즉시 실시한다 38.7%, 팀 의논 후 53.8%에 실시한다는 팀원들의 의사소통과 밀접한 관계를 갖고있다. 보수작업 위험도가 높다는 19.5%, 없다 7.9%였으며 나머지는 무응답 이었다. 팀 행동에 활용되는 필요한 정보수집은 직접 능동적 45.4%, 상사로부터 27.9%, 동료 15.9% 였다.

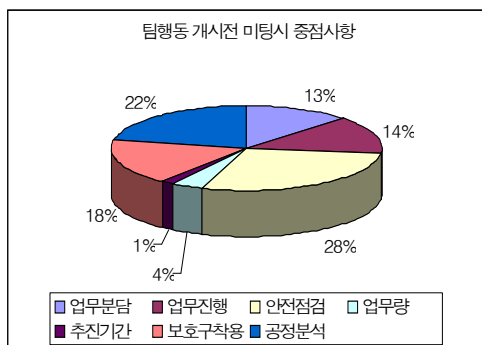


[그림 3-34] 업무할당위험도

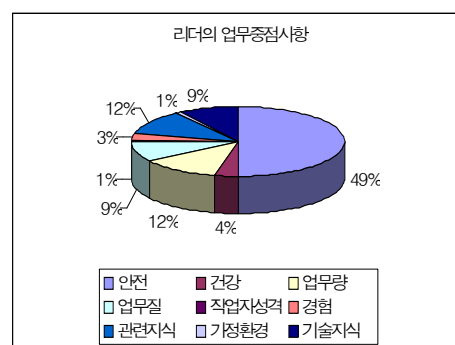


[그림 3-35] 고도기술 필요여부

업무수행 중 긴장도가 높다 31.6%, 보통 67.7%, 없다 0.8% 였다. 팀의 의사결정 후 문제는 있다 34.6%, 없다 59.4%로 의사결정 후에도 문제가 있다는데 유의해야 한다. 팀원들의 발언은 존중한다 91.7%로 대부분 인정하며 팀 미팅은 91.7%가 하고있다. 팀 행동의 중점은 주로 안전점검 28.2% 공정분석 22%, 보호구 착용 17.6%, 업무진행 14.3%순으로 되어있다. 팀 리더가 중점을 두는 것은 안전 5%, 업무량 11.9%, 관련지식 11.5%, 업무질은 9.1% 이었다.

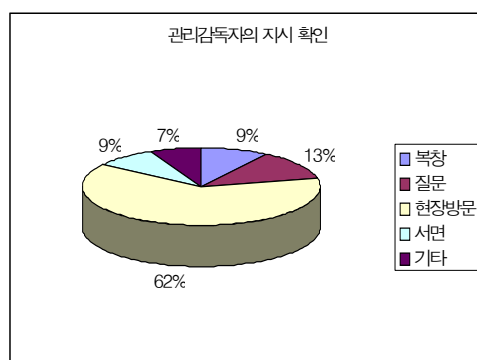


[그림 3-36] 미팅시 중점사항

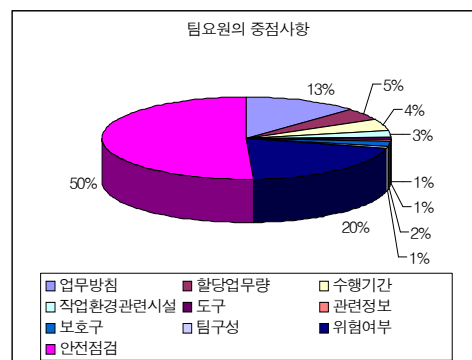


[그림 3-37] 업무 중점사항

팀요원들이 업무 지시받는데 중점을 두는것은 관련점검 50.8%, 위험여부 20%, 업무방침 12.8%, 보호구는 1.8% 순이었다. 작업특성상 오류 검지 판단이 어렵다 9.4%, 보통 16.9%, 쉽다 73.7%로 나타났다. 행동 개시후 보고는 수시로 61.8%, 종료시 28.7% 이었고 보고방법은 구두 55.3%, 문서 28.8%, 전화 15.8% 였다.



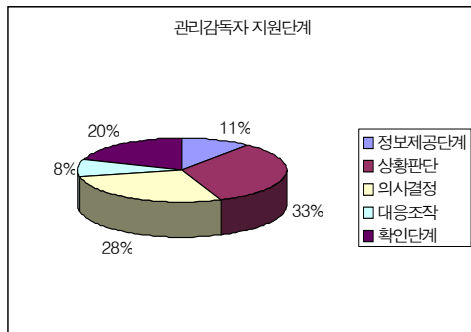
[그림3-38] 관리감독 지시 확인



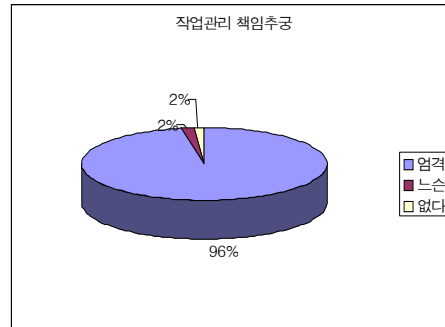
[그림 3-39] 팀요원 중점사항

작업시 팀구성원의 안전의식은 높다 69.2%, 희박하다 19.9%, 보통 10.9% 로 대체로 의식이 높다. 문제 발생시 도움요청 86.8%가 하고 있다.

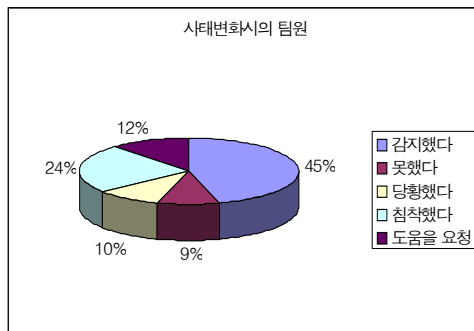
관리감독자의 지원은 상황 판단단계 33.3%, 의사결정단계 27.8%, 확인단계 19.8%, 정보제공단계 10.5%, 대응조직단계 8.4% 순으로 사전 안전단계에서 지원이 적음을 반성해야 할 것이다. 책임 추궁은 보통 73.7%가 행하고 있으며 엄격하게 하는 곳은 25.6% 였다. 팀에서 사고발생 경험은 52.6%가 있다고 답했다. 팀원들은 사태 변화를 감지했다 38.7%, 못했다 7.7%, 침착했다 20.2%, 당황했다 8.3% 였다.



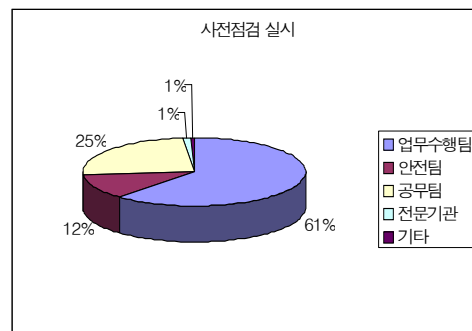
[그림 3-40] 관리감독지원단계



[그림 3-41] 작업책임추궁



[그림 3-42] 사태변화감지여부



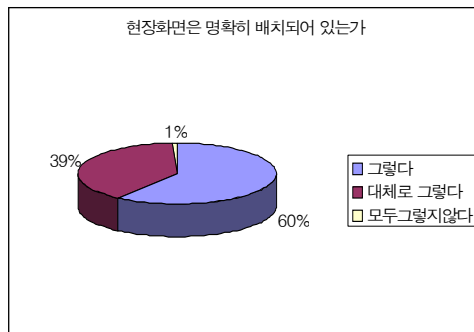
[그림 3-43] 사전 점검 실시자

팀별 안전계획 수립은 91.4%가 하고 있었으나 사전 점검은 업무수행 팀에서 47.5% 행하고 공무원팀 19.1%, 안전팀은 9.3% 순이었다. 샷다운시 주설비 보수는 자체팀, 협력사 위탁 각 26.3% 였고 혼성팀이 47.4% 였다. 작업협조는 29.3%가 되고 있다고 답하고 없다 1.9%, 무응답이 68.4%로 대체로 균형감이 없음을 알 수 있다.

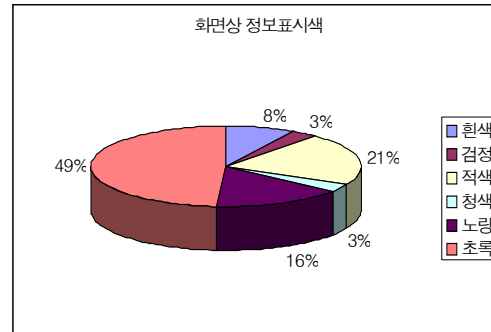
2. 콘트롤 룸의 정보탐색

각현장 화면배치 명확성이 있다 59.1%, 대체로 그렇다 38.1%, 그렇지 못함

0.8% 로 화면배치는 잘되어 있는 편이다. 이상화면은 특정 색으로 표시되는가 75.4%, 아니다 7.5%로 쉽게 잘 구별할 수 있도록 표시되고 있다. 정보 표시색은 초록 48.9%로 가장 많고 적색 21%, 노랑색 15.7%, 기타색으로 나타나 있다.

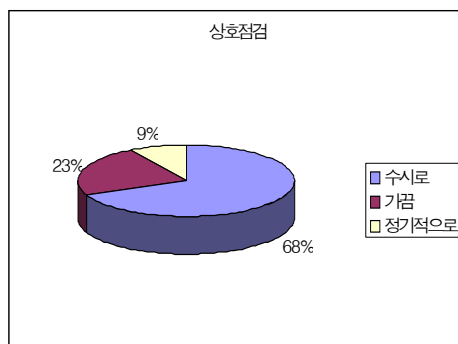


[그림 3-44] 화면배치

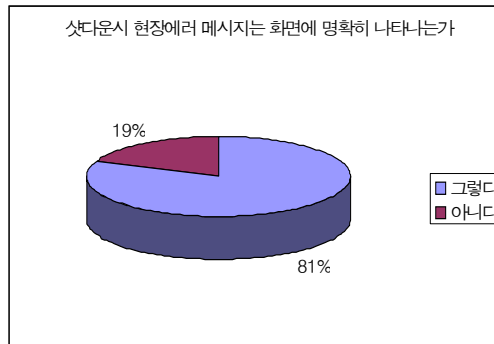


[그림 3-45] 화면정보표시

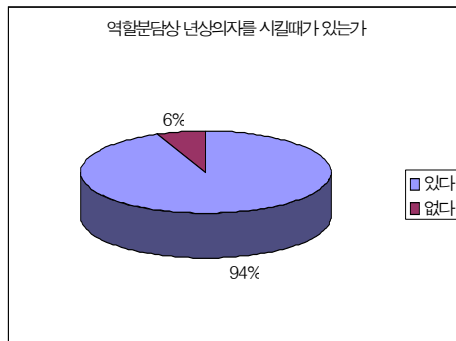
각종 표시는 일관성 있게 표시된다 90.9% 였으며 같은 항목 정보는 같은 모양으로 제시된다 89.7%로 상호 점검은 수시로 22.6% 정기적 2.8% 였고 무응답이 67.1% 였다. 점검은 매우낮은 의식을 갖고있거나 자동화에 의존하는 인상을 느낄수 있다.



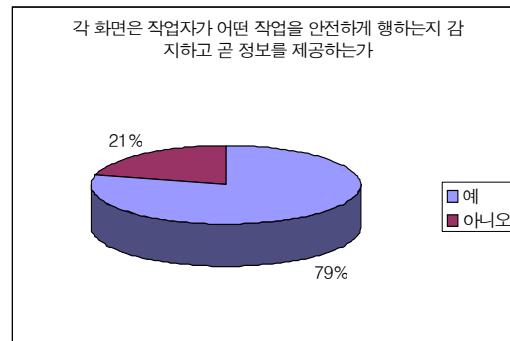
[그림 3-46] 상호점검



[그림 3-47] 현장에러표시

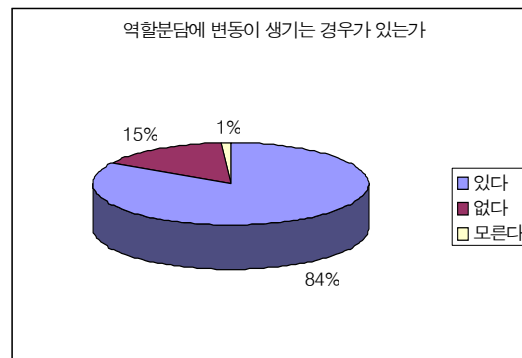


[그림 3-48] 년상자의지시



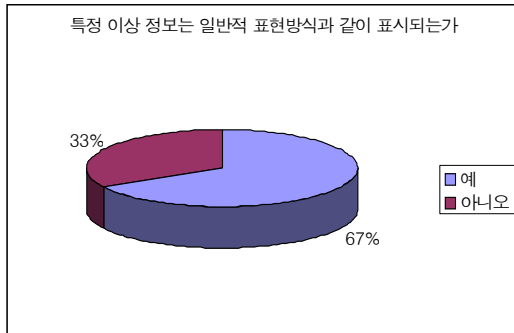
[그림 3-49] 작업자감지정보제공여부

샷다운시 현장에러 메시지는 나타나는가 나타난다 78.2%, 아니오 17.9%로 대부분 나타나고 있으나 현장과 긴밀한 협조가 필요없다 63.9%로 필요하다 33.3%로 부정적인 면이 커서 서로 연계가 안됨으로 나타났다. 시스템 각 분야에서 무엇을 하고 있는지 팀원은 알고있는가 알고있다 86.9%, 모른다 9.9% 였고, 팀역할 분담상 년상의 자를 시킬때가 있다 29.4%, 없다 2.0%, 무응답 68.7% 였다. 이때 상호 의사소통 상에 유의해야 할 것이다.

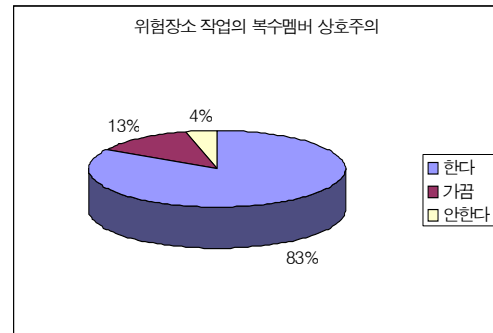


[그림 3-50] 역할분담변동여부

시스템의 합치성 면에서 색체의 의미를 인간의 습관적인 현상과 같이 표시되는가에 대해서 그렇다 86.5%, 아니다 10.3%로 나타나 대개 습관적인 표시를 채택하고 있으며 그 표시 심볼도 64.3%, 습관과 연관되었음을 나타내고 있어 색체 표시가 통일되지 않을경우 예러로 직결될 수 있음을 예시해 주고 있다.



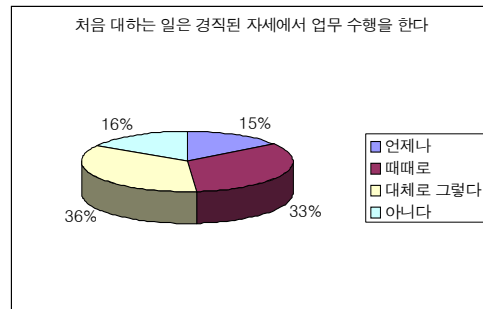
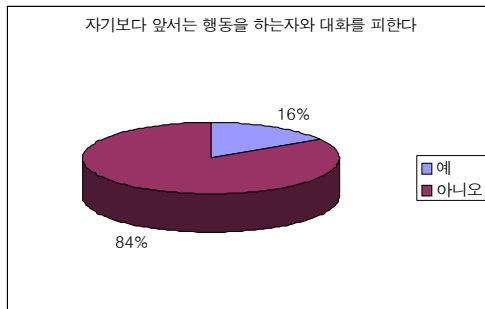
[그림 3-51] 이상정보표시



[그림 3-52] 복수상호주의실시여부

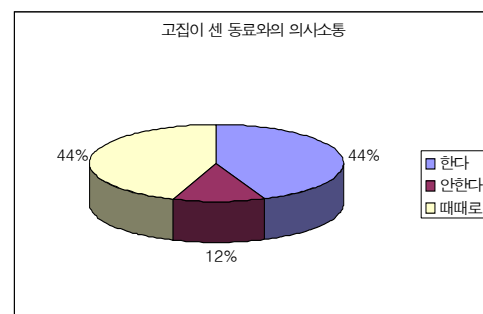
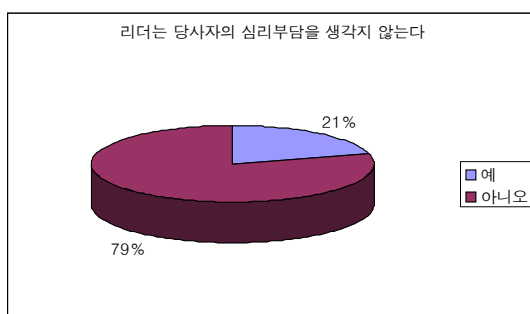
특정이상 정보표시도 일반 표시방법과 같이 나타낸다 64.3%, 아니다 31.7%로 잘못 인지할수도 있음을 예측할 수도 있다. 시스템 구성과 업무의 일치성과는 88.9%가 일치하고 있다. 시스템 정보제시는 안전업무 수행에 적합한가는 89.3%가 적합하다고 답했으며 6.3% 그렇지 않다고 답했다.

작업자의 작업을 안전하게 행하는지 감지하고 정보제공이 되는가 라는 질문에 그렇다 74.6%며 안전업무 수행에 적합하다는 답과는 12.9% 차가 있다. 특히 사용자가 작업할 단계 필요옵션 감지제공이 있는가 그렇다 68.3%, 아니다 10.7%, 가끔 12.7%로 긍정적인 제공이 있음을 알수있다. 위험작업의 복수 체크는 79%가 하고있다, 안한다는 3.9%, 가끔 11.9%로 상호주의 체크가 대부분이 되고 있었다.



[그림 3-53] 앞서는 행동자와 대화회피 [그림 3-54] 처음작업 경직자세 수행

동일작업기 역할분담이 다를 경우가 있는가 있다 30.6%, 없다 3.2%, 무응답이 66.3% 였다. 팀구성이 한쪽 업무에 편중되던 교정시키는가 예 88.5%였고 아니오 7.5%, 역할분담에 변동이 생기는 경우가 있다 28.6%, 없다 5.2%, 무응답 65.9% 였다. 현장에 역할분담의 변동이 1/3밖에 되고 있지않다. 위험 작업에 투입될때는 90.9%가 동료에게 알리고 있어 상호주의를 원하고 있음을 추측할 수 있다. 경험이 부족한 멤버는 다른 사람을 보장 배치한다 88.5%이며 예측치 못한 변화에 방호자세는 88.9%가 대비하고 있어 안전에 대한 대비에 모두 마음을 갖고 있음을 알수 있다. 리더가 상대방의 심리적 부담을 생각지 않는경우 19.8%, 생각한다 75.4%로 감독자가 배려를 하고 있음을 알수 있다.



[그림 3-55] 심리부담배려여부

[그림 3-56] 고집자와 의사소통

처음 대하는 일은 경직된 상태로 대하는것이 33.7%, 가끔 32.1%, 언제나 14.7%, 아니다 15.9%로 경직된 자세에서 대부분 업무를 수행하고 있는 것으로 나타났다. 고집센 동료와는 의사 소통을 안한다 11.1%, 한다 42.1%, 가끔한다 42.5%로 의사 소통은 하고있으나 꺼림을 알 수 있다. 예측 가능한 변화에 선행적 자세는 82.9%가 긍정적으로 취하고있다. 현장과 컨트롤룸과 대체로 교류는 있으나 안전상 의사소통이나 상호 배려에 소수이긴 하지만 부정적인 답은 주의하여 관찰할 필요가 있다.

업무 수행상의 에러요인으로 관리감독자의 지시를 이해 할 수 있다 67.6%, 조금 이해한다 9.7%, 이해할 수 없다. 부정적인 답도 22.7%나 되었다. 이것은 ‘작업시 작업 목표를 구체적으로 지시하는가’ 라는 항목과 연관이 된다. 대부분 긍정적으로 지시한다 93.3%로 답한데 대해 이해한다는 77.3%로 16%가 이해가 잘 안되는 쪽이므로 관리자와 팀 요원간에 상호 커뮤니케이션이 문제가 되고 있음을 지적할 수 있다.

팀요원들의 작업연계 확인은 대부분한다 95.6%가 긍정적으로 답하고 있어 앞의 ‘팀작업 결과를 이어받아 하는가’ 라는 질문에 대부분이 이어받는다는 68.3%로 확인, 철저한 안전점검이 이루어지고 있음을 뜻하고 있다.

직업특성상 작업대상이 떨어져 작업장소를 상호주시가 어려운가 질문에 감독자는 대부분 그렇다 24.9%, 팀원들은 그렇다 33.6%로 감독자가 8.9%로 낮게 나타나고 있으며 기량이 부족한자도 9.7%나 있고 상호간섭을 안한다 15.1%로 상호의사소통 작업과정을 확인하여 미비점을 확인할 필요가 있다.

특히 감독자가 팀원들의 불안전한 행동에 대응하는 것은 86.6%가 긍정적으로 답하고 있어 다행스러우나 그렇지 못한 부정적 답도 14.4%나 되고 있어 관리감독상에 유의해야 할 점으로 작업자들의 불안전한 상태나 행동 에러가 발생할 확률이 잠재되고 있다고 사료된다.

특히 장소별로 제한된 시간을 엄수하지 않으면 안되는가 라는 질문에 엄수해야한다는 답은 61.1% 밖에 되지 않고 부정적인 답은 39.8% 이며 팀원중 시간 지연자도 27%나 되고 있어 행동 대응에 관리감독자가 특히 주의해서 관리감독 확인 지도가 요망되고 있다.

작업시 감독자에게 수시 작업 환경과 보고를 하고 지시에 따른다는 답은 81%, 안한다 19%가 되고 있어 시간 엄수가 안되는 39.8% 연관성이 있다.

장시간 연속 작업시 작업자가 정신적, 육체적 부담이 있다는 28.7%와도 연관성이 있다.

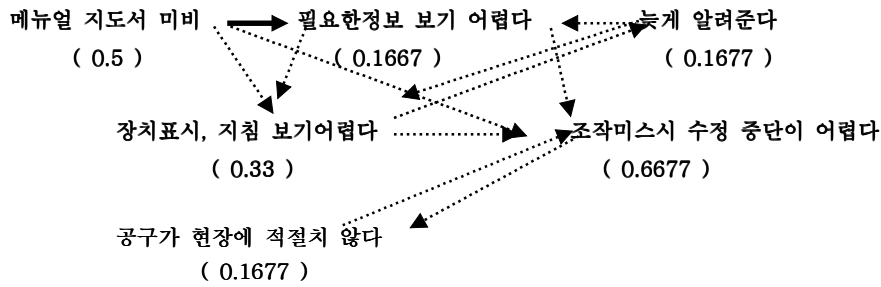
특히 작업원의 습관이나 필요한 정보를 무시하는 자가 19.4%나 있고 대상 작업은 각자 경험에 의존한다 50.4%, 점검 결과도 각자에게 일임한다 46.3%로 되고 있어 부정적인 측면 답에 관리감독 강화가 요구되고 있음을 고려하지 않으면 안될 것이다.

조직 체제 중에 작업 적성에 맞지 않는다 13%나 끼어 있어 작업에 싫증을 내기 쉽다는 사실이다. 특히 업무 할당 중에는 위험도가 높다고 생각되는 작업도 50.2%이고 예상치 못한 돌발적인 작업이 40.7%로 짧은 시간내 처리해야 하는 것이 49%로 고도의 기술이 요구되는 것도 47.2% 되어 판단 인지상의 에러가 발생할 가능성이 높은 것을 추정해 볼 수 있다. 상호 이해관계에서 오해 소지가 높은 연배자의 배치나 편파적인 작업 편성 문제도 5~8.1% 이며 상대 의사를 존중하지 않는다 28.1%나 부정적으로 답하고 있어 팀 운영상에 문제가 되고 있음을 나타내 주고 있다.

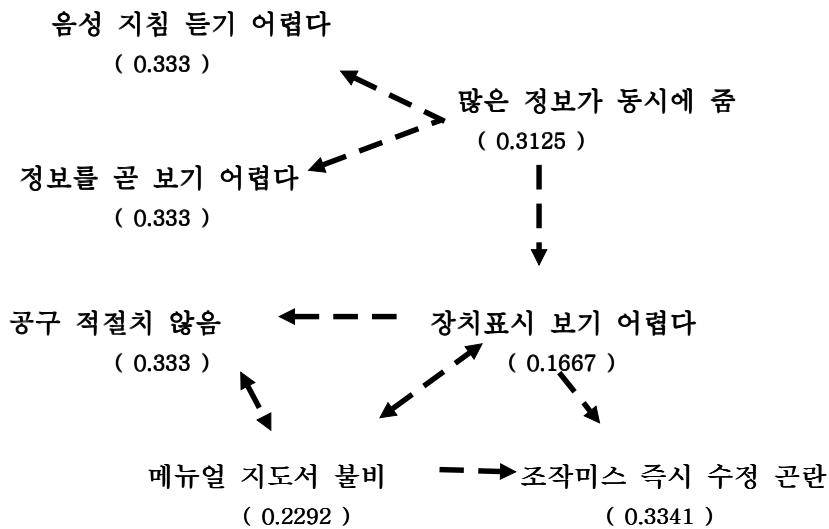
인간 정신상태와 휴먼에러 문제점

인간-기계 계에서 작업을 「주의깊게 행하기 어렵다」라는 기본 항목은 작업자가 작업을 행하고 있을 때 매우 바빠서 적절한 판단을 하기가 불가능한 것

을 표시한다. 이것을 각항목과 연관시켜보면 다음그림과 <표3-14.15.16>와같다
인간-기계계 연관도< 소규모 사업장 >

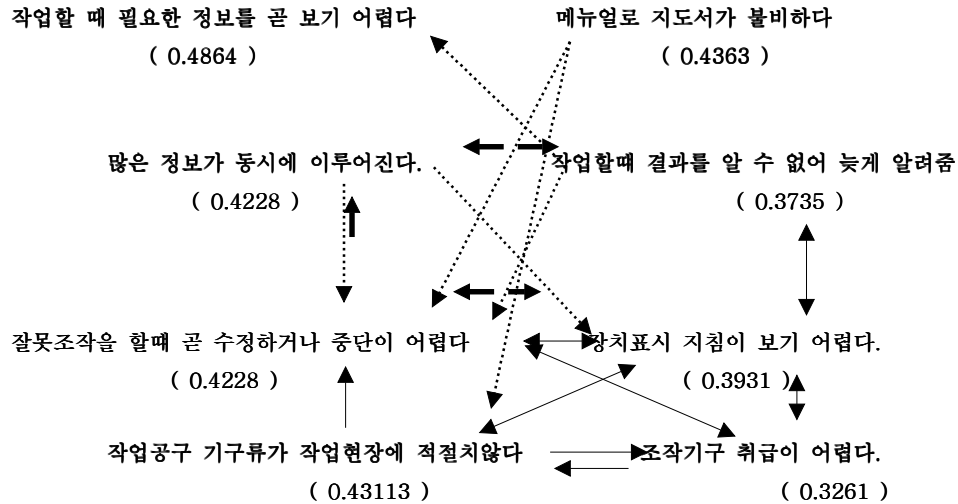


< 501-1000인 사업장 >

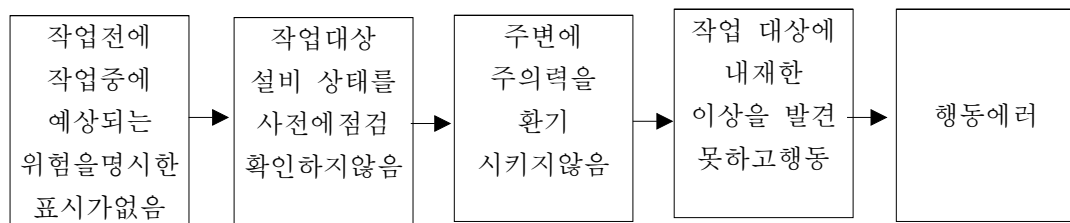


소규모사업장 과 중기업 사업장의 인간-기계계 PSF요인 연관도를 보면 많은
차가 있음을 비교해 볼 수 있다.

< 인간-기계계 연관도 >



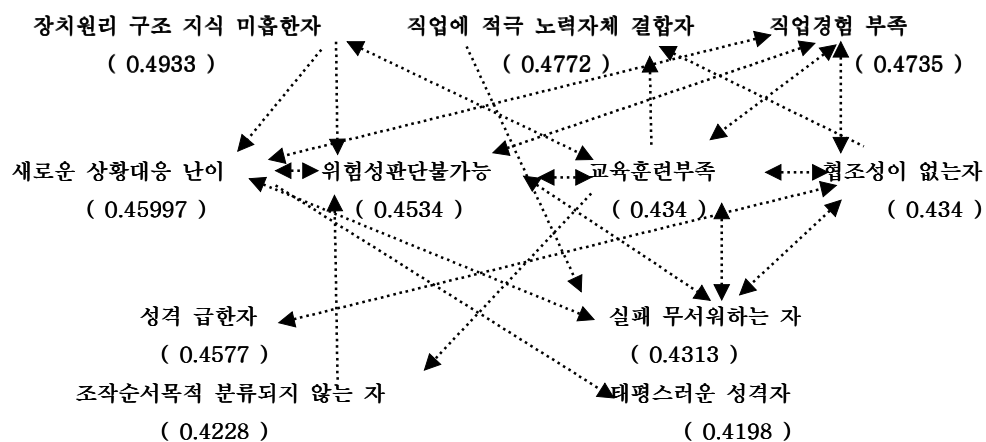
이것에 대응한 내외부 영향인자는 「 메뉴얼 작업 절차서가 불비하다. 작업할 때 필요한 정보를 즉시 볼 수 없다」라는 작업에 대한 불충분한 정보량에 관한 항목이 뒤받침을 하고 있다. 내외부 영향인자 가운데 구체적인 작업순서나 작업 기준이 확실치 않은 작업도 주의깊게 행동하지 않게 되면 이 작업에 대응한 에러는 막을 수 없게될 것이다.



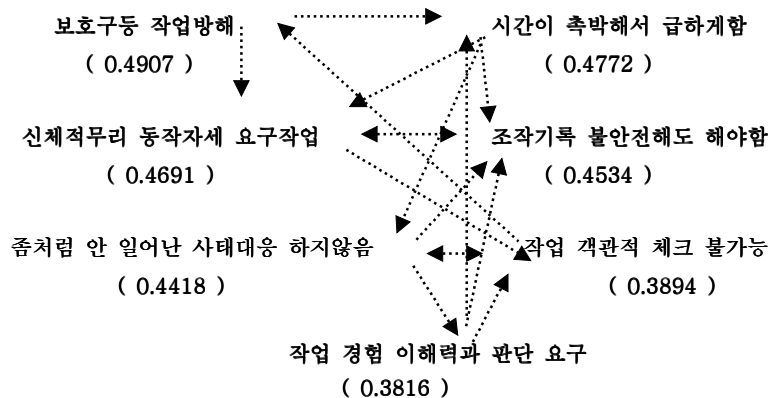
[그림 3-57] 행동에러 원인제공 과정

보수작업이 짧은 시간에 서둘러 작업을 하는 것은 몹시 짜증이 난다 라는 인간의 마음가짐 상태이며 기분이 헤이해져 귀찮게 느끼는 마음은 작업에 대한 의욕이나 기력이 저하되고 작업에 대해서 집중력이 떨어지기 쉽다는 것을 나타내고 있어 행동에러 발생가능성이 다분히 존재하고 있다는 사실을 예측할 수 있다. 각 연관성을 보면

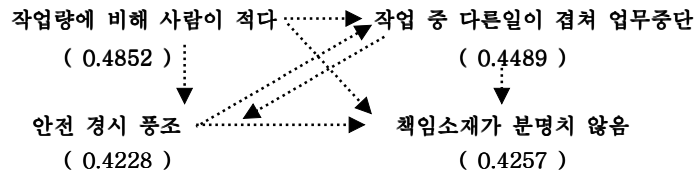
< 내적 요인 연관도 >



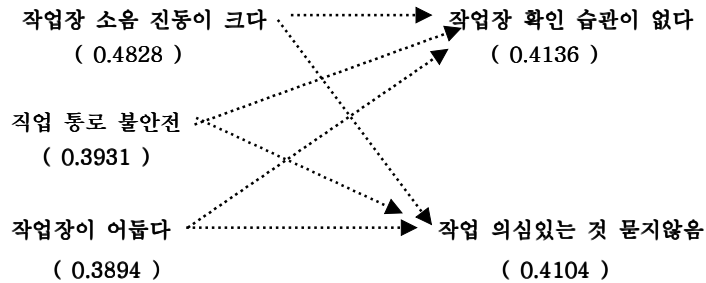
< 작업특성요인 연관도 >



< 조직자체 요인 연관도 >



< 외적 요인 연관도 >



작업 판단기준이 허술한 경우에 판정 식별하려는 자의 지식이나 경험이 불충분하면 상승적인 휴먼에러 요인에 연계되어 있어 다시 생각하게 된다. 빨리 작업을 끝내기 위해서 서두르면 작업자의 주의력이 낮아지게 되고, 시간의 절박감을 느낄 때는 예정된 작업에 스트레스가 쌓여 초조감으로부터 작업수행에 지장을 초래하게 된다. MM1 나 외적요인에 따라 작업자 의욕 기력이 저하할 때 순간적 발상의 결함으로 생각된다. 특히 인간 내적인 요인에서 「자주 일어나지 않는 상태이지만 그 사태에 대응이 되지 않는 작업은 작업하기 어렵다.」라는 항목은 사전점검 대비가 안되어 비정상적인 새로운 상황에 대응력의 어려움을 나타내고 있다. 이같은 상태는 유사사례연구의 정보대응 경험이 현장에 없음을 지적할 수 있다. 이와같이 불안정한 상태의 경험적인 판단 분위기형성은 휴먼에러를 촉진시키는 계기가 될 수 있음에 유의해야 된다.

사고 유발은 소수 인원이 일시적인 불안전 상태에서 발생하기 쉽기 때문에

의사 소통의 불합리, 역할 분담의 심리적 부담은 에러의 잠재성이 나타나기 쉽고 때에 따라서는 사고로 이어질 수도 있음에 관리 감독자들은 특히 주의해야 할 요소들이라 사료된다. 특히 관리자와 생산요원, 운전요원간에 또는 협력사와의 공동작업 배치시의 상호 협력관계는 휴먼에러 발생 요소나 인과관계가 있으므로 세심한 관찰과 대응책이 필요하다는 사실을 잊어선 안될 것이다.

진행과정의 PSF는 작업 진행상황의 파악이 악화되면 작업상황을 확인하지 않고 혼자 판단하여 연락을 빠뜨리고 작업을 진행한다. 작업 진행 중에는 담당 감독자에게까지 연락을 잊어버리는 결함을 범하여 오판단을 일으키게 된다.

숙련으로 분류된 작업은 특별한 기술이나 지식에 관계없이 작업이 진행되는 과정에서 에러가 발생한다. 어려운 작업 상태에서 작업 수행에 지장이 없는 경험이나 최소한의 필요지식을 잊어버렸다면 지식자체에 결함이 있음을 의미한다. 작업에 내포된 위험성은 습관적 행위나 작업자의 희박한 안전의식 정도에 따라 잠재위험성의 인식이 둔화된다고 본다. 이것은 작업중에 공간이 협소하지 않은데 오접촉, 기자재 이동시 오접촉 등은 위험성을 망각한 상태에서 작업을 하여 휴먼에러가 유발된 것이라 생각된다. 대개 작업중에 구두 지시 중에 주의사항 지시가 충분치 못했거나 지시 내용을 작업자가 잘못 이해하여 혼동하고 인수 인계나 작업 팀간의 연락 방법이 부적절하여 에러가 발생하는 경우도 많다.

물론 확인체크리스트 항목이 불충분하던가, 주의할 유의점이 부적절하게 기록되어 있거나 빠져있는 상태에서 작업자 행동이 습관화되면 에러로 직결되는 경향이 있다. 따라서 작업자들이 습관화가 되기 전에 개선시켜 관리가 되지 않으면 안될 것이다.

기계를 취급하는 보수기간 중에 휴먼에러는 많이 발생되고 있지만 작업자나 관리자가 실수로 생각하고 그대로 지나쳐 버리기 쉽다. 식별이 어려운 색체나

모양, 크기, 좌우를 바꿔 부착하는 비슷한 구조, 표시의 불비, 작업 잘못을 확인하기 어려운 구조의 부착 배치 등은 세심한 주의력으로 관찰하고 작업특징을 밝혀서 올바른 행동단계로 옮겨져야 하는 조직 환경이 되지 않을경우에 숙련자에게 일어나기 쉬운 에러 현상이다.

특히 이와같은 작업에러는 작업에 특이한 특징이 없거나 불충분하고 복잡한 작업에서 많이 돌출될 수 있다. 따라서 고차원적인 안전기술 능력을 필요로 한다. 습관적인 행위의 주의력이 저하하는 개인에게 영향을 주는 인식 불충분의 대표적인 경우다. 야간작업에 집중력의 감소, 심리적 인 스트레스에 의한 집중력이 저하되어 판단을 잘못하거나 의도하지 않은 행동을 일으키는 에러, 확고한기준이 설정되지 않은 작업을 작업자 스스로 혼자의 판단으로 진행하여 발생하는 에러들은 지식 경험, 인식의 부족현상에 의한 것으로 볼 수 있다.

사람에 따라서는 판단기준과 관찰대상의 작업 특징과 꼼꼼히 비교하여 보고 판정을 행하므로 숙련된 작업일수록 판정식별 기능을 확고하게 요구하지 않으면 인간 과오를 범하게 될 것이다.

셋다운 기간 동안 팀 조직 구성 내용에 존재하는 하위차원을 분석하기 위하여 조사된 결과에 대한 요인분석을 실시하였다. 요인추출방법은 주성분분석방법(principal component analysis)을 사용하였으며, 회전방법은 카이저 정규화를 병행한 분산최대화 방법(varimax with Kaiser normalization)을 사용하였다. 총 8개의 설문응답 항목들에 내재한 요인들은 크게 4가지였으며, 요인에 귀속되는 각 설문들의 요인 부하량은 최소값이 0.547있었고, 공통변량의 최소값은 0.579였다. 4개의 요인이 설명하는 분산비율은 총 분산에서 약 67%를 차지하고 있었다. 추출된 각 요인들의 내용을 살펴보면 요인 1의 경우 “작업공정 관리와 작업규정 매뉴얼에 관한 사항”의 항목으로, 요인 고유값은 1.813, 분산백분율은 22.667%였다. 요인 2는 “작업시 역할분담과 교육 훈련” 등을 나타내는

차원으로 요인의 고유값은 1.403, 분산 백분율은 17.538%이다. 요인 3은 “작업자의 숙련도와 작업 적성”과 관계된 항목들로 요인 고유값은 1.135이며, 분산 백분율은 14.190%이다. 그리고 마지막으로 요인 4는 “팀 요원의 고령근로자와 협력사원”과 관계된 차원으로 요인의 고유값은 1.015였으며, 분산 백분율은 12.690%였다. 결국 팀 구성 조직에 관련된 하위 차원은 공정관리, 작업역할, 숙련도와 적성 및 고령 근로자와 협력사원 등으로 구별되며, 이들 4개 차원은 팀 구성 조직에서 발견되는 주요 특성이라고 할 수 있다(표 3-7).

<표 3-7> 팀 구성 정보 요인분석

문항	요인 1	요인 2	요인 3	요인 4	Communality
Q107	.839	-.011	-.011	-.148	.726
Q108	.711	-.132	.197	.045	.564
Q106	-.250	.785	.124	-.098	.704
Q105	.074	.664	-.361	.047	.579
Q102	.192	.099	.811	.227	.755
Q103	-.02902	.271	-.689	.341	.665
Q104	-.227	-.179	-.039	.828	.771
Q101	.376	.393	.091	.547	.603
고유값	1.813	1.403	1.135	1.015	
분산(%)	22.667	17.538	14.190	12.690	

Q101 : 팀 요원 중에는 비교적 고령자가 많이 있는가

Q102 : 팀 구성 요원 중에 숙련자가 많이 있는가

Q103 : 팀 요원 중에 작업 적성에 맞지 않은 자도 있다고 보는가

Q104 : 팀 요원 구성 중에 당사요원 외에 협력사원도 있는가

Q105 : 팀 요원이 작업에 임할 때 사전 교육훈련을 안 받은 자도 있다

Q106 : 팀 요원 중에 책임 분담이나 역할 분담이 불명확한 자도 있는가

Q107 : 팀 요원이 관여하는 작업공정의 관리는 분명한가

Q108 : 팀 요원이 관여하는 작업규정, 메뉴얼 등은 완전하다고 보는가

두 번째로 업무 수행과 관련된 조사 항목들에 내재하는 하위 차원을 분석한 결과 총 6개 설문 항목들이 2개의 하위 차원으로 구분되었다. 개별 항목들의 요인 부하량의 절대값을 기준으로 볼 때 최소값은 0.437이었으며, “팀 요원이 관계하는 작업은 정형적인 단순 작업인가?”의 항목을 제외할 경우 0.523으로 상대적으로 높은 수준을 보이고 있다. 총 분산에서 2개의 요인이 설명하는 분산 비율은 약 56%였다. 범주화된 2개 요인의 내용상 특성을 살펴보면, 요인 1의 경우에는 “위험도와 위험상태”와 관련된 항목들로 요인의 고유값은 2.386이었으며, 요인의 분산 백분율은 39.768%로 높은 수준이었다. 요인 2의 경우에는 “작업 실수와 돌발 작업 및 고도의 기술작업” 등을 나타내는 측면으로 요인의 고유값은 1.010이었으며, 요인의 분산 백분율은 16.835%였다. 따라서 업무 수행 내용과 관련된 하위 차원은 크게 작업의 위험도와 작업실수 및 기술관련 차원을 반영하는 것으로 파악되었다<표 3-8>.

<표 3-8> 팀 구성 작업내용 요인분석

문항	요인 1	요인 2	Communality
Q109	.893	-.063	.802
Q113	.668	.315	.546
Q111	-.050	.846	.718
Q112	.220	.639	.456
Q110	.500	.523	.524
Q114	-.400	-.437	.351
고유값	2.386	1.010	
분산(%)	39.768	16.835	

Q109 : 팀 요원의 업무할당 중에는 위험도가 높은 것이 있는가

Q110 : 팀 요원이 관계하는 작업은 고도의 기술이 필요한가

- Q111 : 팀 요원에 관계하는 작업이 조금 잘못해도 허락되지 않는가
 Q112 : 팀 요원 작업 중에 예상치 못한 돌발적인 작업이 있는가
 Q113 : 팀이 관계하는 작업에 위험 상태를 확인치 않으면 안되는가
 Q114 : 팀 요원이 관계하는 작업은 정형적인 단순 작업인가

세 번째로 팀 구성 조직의 작업환경 특성과 관련된 항목들의 하위 차원을 분석한 결과 총 8가지 항목들이 2개의 요인으로 범주화되었다. 요인 부하량은 0.597 이상으로 매우 높은 수준이었으며, 공통변량은 최소값이 0.413이었다. 요인 2개가 설명하는 총 분산비율은 약 59%였다. 개별 요인들이 반영하는 환경적 특성을 살펴보면, 우선 요인 1의 경우에는 “작업공간과 소음 및 단시간 작업관계” 측면으로 요인의 고유값은 3.333이었으며 총 분산에서 차지하는 분산 백분율은 41.668%였다. 요인 2의 특성은 “도구 사용 및 조명”과 관련된 측면으로 요인의 고유값은 1.395였으며, 총 분산에서 차지하는 분산 백분율은 17.432%였다.<표 3-9>.

<표 3-9> 팀구성 작업환경 요인분석

문항	요인 1	요인 2	Communality
Q117A	.872	.124	.777
Q118A	.867	.003	.752
Q116A	.782	.266	.683
Q119A	.676	.341	.573
Q122A	-.029	.812	.660
Q120A	.109	.629	.408
Q115A	.264	.627	.463
Q121A	.237	.597	.413
고유값	3.333	1.395	
분산(%)	41.668	17.432	

- Q115 : 팀 요원이 관계하는 작업에 조명이 불충분한 곳이 있는가
 Q116 : 팀 요원이 관계하는 작업에 소음이 높은 곳도 있는가

- Q117 : 팀 요원이 관여하는 작업 중에 작업 공간이 좁은 곳도 있는가
 Q118 : 팀이 관계하는 작업 중에 짧은 시간 내에 처리해야 하는 일도 있는가
 Q119 : 팀 요원 중에 장시간 지속하여 처리해야 하는 곳도 있는가
 Q120 : 팀이 관여한 작업 중에 장시간 이동하면서 처리한 일도 있는가
 Q121 : 팀 요원 중에 취급방법이 다른 도구를 사용하는 곳이 있는가
 Q122 : 팀 요원 중에 다수의 도구를 어렵게 사용하는 곳도 있는가

화학설비의 잦은 보수정비 작업기간에 팀 구성 요원들의 작업 특성들에 관한 16개 항목들을 범주화하기 위하여 요인 분석한 결과 모두 5가지의 요인으로 구분되었다. 이 5가지 요인들은 총 분산에서 약 58%를 설명하는 것으로 분석되었으며, 각 개별 항목들이 요인에 귀속되는 요인 부하량의 최소값은 절대값을 기준으로 하였을 경우 0.499였으며, 개별 항목들이 5가지 요인에 귀속되는 분산의 공통변량 중에서 가장 적은 값은 0.437이었다. 공통변량이 가장 적은 항목의 내용은 “각자는 다른 작업대상과 기능적으로 연계하고 있는가”였다. 5가지 요인들의 개별 특성을 알아보면, 요인 1에 귀속된 항목들은 팀원의 공동 작업 점검, 감독자 판단 결과 지시, 작업과정 확인, 감독자 종합판단, 작업 지속인계, 작업경과 수시 보고 등의 항목들로 요인 고유값은 4.172였으며, 총 분산에서 요인 1에 의해 설명되는 분산의 백분율은 2약 26%였다. 요인 1에 귀속되는 6가지 개별 항목들의 요인 부하량은 상대적으로 높아 최소값이 0.528이었다. 요인 2는 팀원들의 각자 틀린 대상관찰 및 불안전행동 대응 등을 나타내는 것으로 2개 항목이 요인에 귀속되는 요인 부하량은 각각 0.801, 0.677로 상대적으로 매우 높았다. 요인 2의 고유값은 1.598이었으며, 총 분산에서 차지하는 분산백분율은 9.985%였다. 요인 3은 작업 목표에 대한 구체적인 지시, 보고내용의 매뉴얼화, 복수 작업장 분산 배치, 타작업과 기능적 연계 등을 나타내는 차

원으로 요인의 총 분산 설명력은 7.892%였으며 요인의 고유값은 1.263이었다. 요인 4에 귀속된 개별 항목은 2개로 “각각 요인들이 행한 점검대상이 서로 다르게 되어 있는가?”, “각자 역할 분담에 따라 다른 작업을 하고 있는가?”였다. 요인 4의 고유값은 1.215이며, 총 분산에서 차지하는 비율은 7.593%였다. 그리고 2개의 개별 항목이 요인 4에 귀속되는 요인 부하량은 상대적으로 높은 값을 보였다. 요인 5에 귀속된 개별 항목은 2개로 요인의 고유값은 1.088이며 총 분산에서 차지하는 분산백분율은 6.797%로 가장 낮았다. 결국 총 16개 개별 항목들 중에서 요인 1에 귀속되는 항목들이 가장 많아 6개였으며, 요인 3에 귀속되는 개별 항목 수는 4개였고, 나머지 요인들은 모두 2개의 개별 항목들을 포함하는 것으로 분석되었다(표 3-10).

<표 3-10> 팀구성 작업특성 요인분석

문항	요인 1	요인 2	요인 3	요인 4	요인 5	Communality
Q213	.785	-.022	.119	.182	-.041	.666
Q215	.671	.051	.120	-.024	-.122	.483
Q212	.617	.149	.336	-.044	.170	.547
Q208	.540	.171	.377	-.147	.101	.495
Q202	.528	.498	.357	-.037	.027	.656
Q205	.521	.438	-.135	.137	.114	.513
Q201	.026	.801	.051	.116	.091	.666
Q216	.223	.677	.218	.044	-.108	.569
Q203	.179	.195	.671	-.007	-.092	.529
Q214	.211	-.236	.595	.188	-.094	.499
Q204	-.005	.387	.531	.104	.166	.470
Q209	.367	.169	.499	.026	.154	.437
Q206	.141	.007	-.020	.843	.154	.754
Q210	-.081	.189	.166	.767	-.043	.659
Q207	-.188	-.125	.192	.117	.805	.750
Q211	.220	.181	-.154	.002	.733	.642
고유값	4.172	1.598	1.263	1.215	1.088	
분산(%)	26.077	9.985	7.892	7.593	6.797	

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

- Q201 : 작업시 팀원들은 각자 틀리는 대상을 관찰하지 않으면 안 되는가
- Q202 : 작업시 팀원들은 감독자에게 작업경과를 수시 보고 지시에 따라야 하는가
- Q203 : 작업시 감독자는 요원 각자에게 작업목표를 구체적으로 지시하는가
- Q204 : 작업시 요원들의 위치는 복수의 작업장에 분산배치 되어 있는가
- Q205 : 작업시 앞의 팀 작업 결과를 이어 받아 하지 않으면 안 되는가
- Q206 : 각각의 요원들이 행한 점검 대상이 서로 다르게 되어 있는가
- Q207 : 점검결과 판단은 요원 각자에게 일임하는가
- Q208 : 감독자가 측정기 등의 결과나 점검 데이터를 사용하여 종합적으로 판단하는가
- Q209 : 각자는 다른 작업대상과 기능적으로 연계하고 있는가
- Q210 : 각자 역할 분담에 따라 각각 틀린 작업을 하고 있는가
- Q211 : 대상 작업은 각자의 경험에 의존하고 있는가
- Q212 : 팀원들이 서로 작업과정을 확인하고 있는가
- Q213 : 요원들이 점검할 곳은 서로 공동으로 하고 있는 곳이 있는가
- Q214 : 요원들이 감독자에게 보고할 내용은 매뉴얼화 되어 있는가
- Q215 : 감독자의 판단결과는 직접 팀원에게 지시되고 있는가
- Q216 : 감독자는 팀원들의 불안정한 행동에 대응하지 않으면 안 되는가

업무의 SPF에 대한 총 18개 개별 항목들에 내재하는 하위차원을 분석한 결과 모두 5가지 요인들이 추출되었다. 개별 항목들이 5가지 요인에 귀속되는 요인 부하량은 절대값을 기준으로 하였을 경우 최소값은 0.454였으며, 상대적으로 적은 요인 부하량을 보인 차원은 요인 3이었으며, 요인 1의 경우 5가지 개별 항목들이 귀속되었고, 요인 2와 요인 3의 경우 4개의 개별 항목들이 포함되었다. 요인 4의 경우에는 3개의 개별 항목들이 포함되었으며, 요인 5의 경우에

는 2개의 개별 항목들이 포함되었다. 요인 5개에 의해 설명되는 총분산 백분율은 57.125%였다(표 3-10).

추출된 5가지 요인들의 내용을 살펴보면, 우선 요인 1은 “감독자와 협력사 책임자의 엄격한 체크”, “대상작업하청조건이 엄격한가”, “관리감독자의 지시주의 사항 전달이 똑같은 방법인가”, “감독자의 팀원 평가가 임금보너스 반영여부”, “관리자전입자 연락사항 확인 뒤 작업개시 여부” 등이 포함되어 주로 감독과 관리자에 관한 사항들이 포함되었다. 요인1의 고유값은 3.626이었으며 총 분산에 대한 설명율은 20.143%였다. 요인 2는 “작업대상 결과 판단기준에 불명확한 것이 있는가”, “팀원이 작업에 필요한 지시도면을 한번에 이해하고 기억하는가”, “작업습관, 작업 필요 정보를 무시하고 있지 않은가”, “개선된 작업 실시 내용과 작업환경에도 과거기준을 적용” 등의 항목들이 포함되었으며, 개별 항목들의 요인 부하량은 각각 0.678, 0.636, 0.630, 0.516이었다. 요인 2의 고유값은 2.718이었으며, 총 분산에 대한 설명율은 15.099% 이었다. 요인 3의 경우에는 “분산장소에서 작업집중상황에 지시하는가”, “정비보수 장소별로 제한시간은 엄수하는가”, “기부여 결함으로 지시하는 것을 신뢰하지 않는가”, “작업내용을 충분히 이해할 수 없는 지시” 등이 포함되었으며, 개별 항목들의 요인 부하량은 각각 0.708, 0.673, 0.475, 0.452 등으로 “동기부여 결함으로 지시하는 것을 신뢰하지 않는가”, “작업내용을 충분히 이해할 수 없는 지시” 등이 낮은 부하량을 보이는 것으로 나타났다. 특히 “동기부여 결함으로 지시하는 것을 신뢰하지 않는가”는 요인1에 귀속되는 부하량이 -0.346으로 나타나 요인 3만이 아니라 요인 1의 속성도 포함하고 있는 것으로 해석된다. 또한 ‘팀원은 관리감독자가 작업내용을 충분히 이해할 수 없는 지시를 한다고 보는가’의 항목도 요인2에 귀속되는 부하량이 0.324로 나타나 요인 3 이외에 요인2에 귀속될 가능성을 지니고 있다. 요인 3으로 설명되는 총 분산에 대한 백분율은 8.566%이며

요인의 고유값은 1.542였다. 요인 4에는 “작업대상이 은폐되어 서로 주시가 어려운가”, “장시간 연속작업으로 육체 정신부담이 없는가”, “정상작업 관례로 위험이 있는가” 등이 포함되었으며, 개별 항목들의 요인 부하량은 각각 0.792, 0.639, 0.500 등이었으나, “정상작업 관례로 보아 대상작업에 위험이 있다고 보는가”의 항목은 요인 5에 대한 부하량이 0.424로 나타나 요인4이외에도 요인 5에 귀속될 가능성을 보이고 있다. 요인 4의 고유값은 0.234이고 총 분산에서 차지하는 백분율은 6.587%이었다. 요인 5의 경우에는 “경험이 없으면 원만한 작업진행 안됨”, “엄격한 작업이 안되면 상부의 의도가 이해 안됨” 등의 항목이 포함되어 주로 경험과 작업의 엄격함 등을 나타내고 있다. 개별 항목들의 요인 부하량은 각각 0.735, 0.708로 상대적으로 높은 값을 보이고 있다. 요인 고유값은 1.163이며 총 분산에서 차지하는 백분율은 6.46%이다<표 3-11>.

<표 3-11> 팀업무의 PSF에 대한 요인분석

문항	요인 1	요인 2	요인 3	요인 4	요인 5	Communality
Q314	.845	-.052	-.110	.014	.153	.752
Q315	.695	-.063	.210	-.158	.028	.557
Q302	.660	-.040	.035	-.239	-.080	.501
Q316	.636	.242	.368	-.122	.024	.614
Q303	.621	-.359	-.150	.197	-.169	.605
Q309	-.203	.678	.151	.289	.094	.617
Q308	-.333	.636	.315	-.060	.178	.650
Q307	.289	.630	.034	.226	.062	.537
Q318	-.179	.516	-.353	-.107	.337	.548
Q305	.083	-.189	.708	.264	.213	.658
Q304	.082	.129	.673	.010	.046	.479
Q312	-.346	.233	.475	.027	.154	.425
Q301	.176	.324	.452	.263	-.109	.421
Q306	-.132	.201	.040	.792	-.140	.706
Q310	-.276	.176	.172	.639	.151	.568
Q317	.060	-.126	.175	.500	.424	.480
Q311	-.030	.201	-.047	.115	.735	.597
Q313	.037	.100	.230	-.064	.708	.569
고유값	3.626	2.718	1.542	1.234	1.163	
분산(%)	20.143	15.099	8.566	6.857	6.460	

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

Q301 : 팀원은 관리감독자가 작업내용을 충분히 이해할수없는 지시를 한다고 봅니다

Q302 : 관리감독자의 지시나 주의사항은 팀원들에게 똑같은 방법으로 전해진다고 보는가

Q303 : 팀원은 관리자나 전임자로부터 연락사항을 확인한 뒤 작업 개시하는가

Q304 : 팀원은 정비보수 장소별로 제한된 시간을 엄수하지 않으면 안 되는가

Q305 : 감독자는 분산된 장소에서 작업에 집중하고 있는 상황에서 지시명령을 전해야 하는가

Q306 : 작업대상이 떨어져 있거나 은폐되어 있어 작업장소를 서로 주시하는 것이 어

려운가

Q307 : 팀원의 작업습관, 작업에 필요한 서류(정보)를 무시하고 있지 않는가

Q308 : 팀원이 작업에 필요한 지시나 도면 등 정보를 한번에 이해하고 기억하려고 하지 않는가

Q309 : 작업대상의 작업결과 양부 판단기준이 명확하지 않는 것이 있는가

Q310 : 대상 작업에 장시간 연속 작업을 행하여 팀원의 정신적 육체적 부담이 되고 있지는 않는가

Q311 : 대상작업에 작업수단이나 내용이 복잡하여 경험이 없으면 원만한 진행이 안되고 있는자가 있는가

Q312 : 팀원 가운데 동기부여에 결함이 있어 감독자의 지시를 신뢰하지 않는 팀원이 있다고 보는가

Q313 : 대상작업을 엄격하게 작업하지 않으면 상부의 의도가 하부에 이해되지 않는다고 보는가

Q314 : 감독자와 협력사 책임자의 체크가 엄격히 이루어진다고 생각하는가

Q315 : 대상 작업은 작업일정 작업금액 등 하청 조건이 엄격하게 되고 있다고 보는가

Q316 : 감독자의 팀원 평가가 임금이나 보너스 등에 엄격하게 반영시키고 있는가

Q317 : 정상작업 관례로 보아 대상작업에 위험이 있다고 보는가

Q318 : 대상작업의 실시 내용이나 작업환경 등이 개선되었는데 오래된 작업안전기준을 적용하는가

팀의 PSF를 반영하는 14개의 개별항목들을 대상으로 범주화를 시도한 결과 모두 5가지의 요인으로 구분되었다. 그러나 요인 4와 요인 5는 각각 하나의 개별항목으로 구성된 범주로서 요인 1, 2, 3과의 독립성만을 확인할 수 있을 뿐 다른 항목들과의 범주화가 나타나지 않은 것으로 해석된다. 따라서 “작업자의 역할이 명확하고 상호역할 이해가 어렵지 않게 되고 있는가”와 “팀원이 담당할 작업장소가 분산되어 상호주의가 어렵지 않은가” 등은 팀의 PSF에서 다른

12개 항목들과는 내용상 서로 다른 차원을 구성하는 것으로 이해된다. 추출된 5개의 요인으로 설명되는 총 분산에서의 백분율은 62.793%였으며, 개별 항목들이 5가지의 요인에 귀속되는 설명정도를 보여주는 공통변량들의 분포를 보면 최소값이 0.432였으며, 3가지 개별 항목을 제외하면 모두 0.5를 넘는 수준을 보이고 있다(표 3-12).

추출된 요인들의 내용상 특성을 살펴보면 요인 1의 경우에는 “자신의 경험이나 판단우선”, “경험 연령에 따른 편파적 작업자 편성 경향”, “엄한 지시 불가능한 상대”, “작업기량 부족자”, “시간 지연자” 등의 항목들로 구성되었으며, 각 항목들의 요인 부하량은 0.77, 0.693, 0.529, 0.525, 0.514 등이었다. “팀원 중에는 여러 가지 사정상 엄하게 지시하는 것이 불가능한 상대가 있다”의 항목은 요인 1 이외에도 요인 4에 귀속되는 요인 부하량이 0.482로 나타나 요인 1 이외에 요인 4의 속성을 동시에 지니고 있는 것으로 해석된다. 또한 “팀원 중에는 대상작업에 기량이 조금 부족한 자가 있지 않은가”와 “0팀원 중에는 시간을 지연시키는 자도 있지 않은가”의 항목들도 요인 1 이외에 요인 3에 귀속되는 부하량이 각각 0.323, 0.336 등으로 나타나 역시 요인 1에만 귀속되는 특성을 지니고 있지 않은 것으로 해석된다. “팀 대상 작업 중에는 책임자가 부하를 신뢰하지 않은 경우는 없는가”의 항목에서도 요인 1 이외에 요인 2에 귀속되는 부하량이 0.335로 나타나 역시 요인 1과 요인 2의 속성을 모두 지니고 있는 것으로 해석된다. 결국 요인 1의 경우에는 두 개의 개별항목들을 제외한 나머지 항목들이 다른 요인들과 배타적으로 요인 1에 귀속되지 않는 것으로 나타났다. 요인 1의 고유값은 4.174이고 총 분산에서 차지하는 분산백분율은 29.814%이다(표 3-12).

요인 2의 경우에는 “팀 편성을 경험 연령에 따라 편파적 편성 경향”, “팀원중 상대의견을 존중 무시하는자”, “감독자나 기능없는 자가 년배자를 배려하지 않

음” 등의 항목들이 포함되었으며, 요인 부하량은 각각 0.867, 0.837, 0.505였으며, 요인의 고유값은 1.274이고 분산 백분율은 9.1%이다. 요인 2에 포함되는 항목들 중에서 “팀 대상작업 중에는 감독자나 기능이 없는 자가 년배자를 배려하지 않는 경우도 있지 않은가”의 항목에서 요인 2이외에 요인 1에 귀속되는 요인 부하량이 0.495로 나타나 요인 2의 속성 이외에 요인 1의 속성을 동시에 포함하는 것으로 분석되었다. 요인 2의 고유값은 4.174이고 분산백분율은 29.814%이다. 요인 3의 경우에는 “역할분담을 이해 못하는 자”, “팀원 격차에 있어 정보전달이 원활치 못함”, “상호역할 작업내용을 간섭지 않는 경우” 등이 포함되었으며, 요인 부하량은 각각 0.826, 0.61, 0.561였다. 세 가지 개별항목들 중에서 “팀원의 지식에 격차가 있어 작업원간에 필요한 정보가 원만하게 못 전해지는 경우도 있지 않은가”의 항목은 요인 3에 대한 부하량이 0.610인 반면 요인2에 대한 부하량은 0.302 그리고 요인 4에 대한 부하량은 0.367 등으로 나타나 역시 요인 3에만 귀속된다고 보기 어려운 측면이 있다. 요인 3의 고유값은 1.22, 분산백분율은 8.731%이다. 요인 4와 요인 5는 각각 하나의 항목들만으로 구성되는 것으로 분석되었으며, 이들 항목들은 다른 요인과는 배타적으로 하나의 요인에 귀속되는 결과를 보였다<표 3-12>.

<표3-12>팀의 PSF에 대한 요인분석

문항	요인 1	요인 2	요인 3	요인 4	요인 5	Communality
Q408	.777	-.046	.069	-.239	-.115	.682
Q411	.693	.299	-.047	.188	.180	.640
Q414	.529	.136	.180	.482	.293	.649
Q406	.525	.117	.323	.204	-.083	.443
Q409	.514	.254	.336	.167	.150	.492
Q410	.431	.335	.110	.019	.349	.432
Q412	.108	.867	.028	.148	.033	.788
Q413	.165	.837	.139	-.057	.069	.755
Q407	.495	.505	.140	.153	-.163	.569
Q405	.137	-.001	.826	.066	-.169	.734
Q403	.067	.302	.610	.367	.132	.620
Q404	.153	.068	.561	-.299	.295	.519
Q401	-.070	-.056	-.036	-.813	.077	.677
Q402	-.089	.001	-.004	-.028	.889	.792
고유값	4.174	1.274	1.220	1.097	1.026	
분산(%)	29.814	9.100	8.713	7.837	7.329	

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

Q401 : 작업자의 역할이 명확하고 상호역할 이해가 어렵지 않게 되고 있는가

Q402 : 팀원이 담당할 작업장소가 분산되어 상호주의가(작업결과를 확인하기) 어렵지 않은가

Q403 : 팀원의 지식에 격차가 있어 작업원간에 필요한 정보가 원만하게 못 전해지는 경우도 있지 않은가

Q404 : 팀원 중에는 상호역할이나 작업내용을 간섭하지 않는 경향이 있는가

Q405 : 팀원 중에는 역할분담의 의미를 이해 못하는 경향이 있는가

Q406 : 팀원 중에는 대상작업에 기량이 조금 부족한 자가 있지 않은가

Q407 : 팀 대상작업 중에는 감독자나 기능이 없는 자가 년배자를 배려하지 않는 경우도 있지 않은가

Q408 : 팀원 중에는 자신의 경험이나 판단을 우선하는 경우가 있지 않은가

Q409 : 팀원 중에는 시간을 지연시키는 자도 있지 않은가

Q410 : 팀 대상작업 중에는 책임자가 부하를 신뢰하지 않은 경우는 없는가

Q411 : 팀원 중에는 경험이나 연령에 따라 편파적으로 작업자를 편성하는 경향이 있는가

Q412 : 팀원 중에는 안전을 경시하는 자가 있지 않는가

Q413 : 팀원 중에는 상대의사를 존중하지 않는 자가 있지 않는가

Q414 : 팀원 중에는 여러 가지 사정상 엄하게 지시 불가능한 상대가 있다

이상에서 나타난 것과 같이 인간기계계, 조직체제, 의사소통, 작업특성, 작업환경, 등의요인과 P S F항목 요인에 따른 대책은 <표3-13>과 같이 주요항목별로 대책을 제시할 수 있다.

<표 3-13> PSF 요인과 대책

요 인	P S F 항 목	기 초 정 보 대 책	대 책
MMI요인	메뉴얼내용 불비 구체적인순서기준 미비	안전기준 작업순서 내 용 재 검토	작업메뉴얼 표현을구체화 관계자의 철저한 확인 확인행동의 시계 적 명기
조직체제 요 인	직 장 분 위 기 가 안 전경시 풍토	안전동기부여 사기의욕 을 위한 교육훈련	인간기계계,작업속성작업환 경 풍토 요인제거 교육훈련 을 체계적으로 실시
상호의사 소통요인	*작업지시정보의 애매함 *작업명령을직접 전달이 어려움	*명령지시표현방법 확인 방법,순서등확인 재교육으로 이해시킴	* 작업지시는 2중체크 제도 도입 * 의견제시 의문시 상사 에게 보고채상담 확인
작업특성 요 인	*시 간 이 끝 났 으 나 급한작업이있다 *작업자 이해를 초과하는 판단과 경험이 요구됨	*제한시간내행위확인 *상황판단에자신이 갖지 않을경우책임자의지시를 재인식시킴 *작업위험성 재확인	* 작업량 적정배분 계획 입안 실행교육 * 감독자의 작업중 상황 판단을 정확하게 실행 * 작업원리 구성 숙지 교육훈련
작업환경 요 인	작업장환경조건의 미흡(소음,진동,조 명,온습도 등)	* 작업전 지시 연락방 법 상호확인 *감독자의주의력환기	* 준비 종료확인 정리정 돈 청결 *작업의식환기철저한시행

PSF의 외부적인 에러 와 내부요인에 대한 에러요인 연관관계 영향 중정도를
비교하면<표3-14,15> 와 같다

0 : A항과 B항에 관계가 없음 1 : A항과 B항에 관계가 조금있음

2 : A항과 B항에 관계가 보통 3 : A항과 B항에 관계가 많음

에러요인 :인간정보 처리 능력을 저해하여 에러발생이 시작되는 요인

에러발생요소: 에러발생에 직접 연결되는 요소로 심리 생리적인 상태

<표 3-14> PSF 외부 요인에 대한 예러요인

	① 보 기 힘듬	② 든 기 어렵	③ 취 급 나쁨	④ 보 전 합	⑤ 정 미 행 위 계약	⑥ 주 력 의 분 산	⑦ 식 고 저	⑧ 측 예 판 단	⑨ 심 신 부 담	⑩ 동 작 제 약	⑪ 기 분 폴 립	⑫ 긴 장 지 속	⑬ 심 신 피 로	⑭ 신 체 정 직	⑮ 체 력 모 큼	⑯ 체 소 증 가	⑰ 오 랜 습 관
장치표시	3			2		2						1	1				
음성지침청취난이		3		2				1	2				1				
조작기구취급난이			3		2							1	1		2		
작업시정보보기	3			2		1						1					
정보동시다발제	2	2				3			1						1		
결과미예지늦게						3		2				1					
공기구부적절			2						1						3		
메뉴얼불비			3										2		1	2	
수정중단난이			1			1		1		1				3	2		
사태대응무시				1				1			2					3	
시급작업수행			1			2	1		3								
불안전상태무시				1				3				2	1	2		1	
작업수행요																	
순서기준등목적					1			2			1					3	
미확실작업																	
지시명령인편전		1		3				2			1						
달																	
다체널확인불가	2						1	2					3				
등작업																	
이해초과판단요								3	1			2			3		
구작업유																	
작업진행순서확	3	1		2													
인불가작업																	
동작자세무리요					2				3	1		2			3	3	
구작업																	
보호구등이작업					2				1	3				2			3
방해유																	
안전경시풍조						1	2				3						2
단순작업기본전			2						3				3				1
환무부여																	
역할분담책임소				3		1					3					2	
제불명확																	
장시간단조로운			2			2			1				3				
작업수행																	
작업종타업무겸					1	2									3	2	
집중단																	
작업량예비해사						1					2					3	
람많음																	
지시명령직접전					3		2			1		2					
달																	

<표 3-15> PSF내부 요인에 대한 에러요인

	① 보 기 힘들	② 듣 기 어 렵	③ 취 급 나 뵈	④ 정 보 미 전 함	⑤ 행 위 제 약	⑥ 주 력 분 산	⑦ 의 식 고 저	⑧ 측 관 단	⑨ 심 신 부 담	⑩ 동 작 제 약	⑪ 기 분 풀 립	⑫ 긴 장 지 속	⑬ 심 신 피 로	⑭ 신 체 경 직	⑮ 체 력 모 큼	⑯ 중 가 불 가	⑰ 오 랜 습 관
새로운상황대응 난이								1							2		3
위험성판단불가 능				3	1		2									2	
작업경험불만족			2						1			2		3			
교육훈련부족작 업자						2	3									1	
장치구조지식부 족			3			1										2	
조작순서미분류 작업자						2	1										3
건강상태나쁜자	1	1	1			2									3	2	
적극적자세결함 자						2	3				3					2	1
고령작업자						3	1						2			1	
비협조작업자				1			2										3
성격이급한자			1			3	1							2	2		3
성격이태평한자							1				3						2
생각이단절된자			2		1		2									2	3
질병자	1	1							3				2				
실패를 겁내는자					1				2			3			3		
작업환경특성요인																	
작업장에온습도 높음			3			2					1				1		
작업장이좁다			2												1		
소음진동이큼		3	2			2								1			
어둡다	3														1	2	
작업자통로협소						3		1		2						3	
작업시질문없음		3		2			3		1								2
작업중질문무시		3		1			3										2
작업종료미확인				1			3	1								2	3
심야조기작업												1	3		3		

<표 3-16> 팀 체제에 대한 특성 관여도

에 러 발 생 요 소 팀 체 제 구 성	① 의 욕 기 력 감 퇴	② 동 작 자 유 가 없 음	③ 감 각 식 별 기 능 저 하	④ 의 식 저 하 명 청 함	⑤ 긴 장 감 과 다	⑥ 기 억 이 없 음 잇 음	⑦ 무 리 한 예 측 가 정	⑧ 대 응 력 느 림	⑨ 낙 관 적 발 상	⑩ 자 신 과 잉	⑪ 무 리 난 폭 행 위	⑫ 조 급 한 발 상	⑬ 한 곳 에 물 두 집 중	⑭ 혼 란 초 조	⑮ 선 입 견 미 확 인 습 관	⑯ 착 각	⑰ 본 능 적 조 건 반 사	⑱ 무 시 한 다
1) 요원중고령자가 많음	1		1	1				1							1	1	1	
2) 요원중 숙련자 많음.									1	1	1		1				1	1
3) 요원중비작업적성자 있음	1		1					1					1	1				
4) 당사요원과 협력사혼성.	1			1	1		1	1				1		1		1		
5) 사전교육훈련미필자있음	1		1				1	1				1		1		1		
6) 책임역할분담 불명확			1		1	1		1						1			1	
7) 작업공정이 애매함 ..		1	1		1		1					1			1	1		
8) 작업규정,메뉴얼 불완전			1		1		1	1				1	1	1				1
1) 업무할당 중 위험도 높음		1		1	1		1							1			1	
2) 작업은 고도기술 난이	1				1		1									1		
3) 작업여유가 없음.		1			1								1	1		1		
4) 돌발적인 비정상 작업	1			1			1					1	1					
5) 위험상태 긴장감있는작업		1		1			1											
6) 정형적인 단순 작업			1						1	1					1	1	1	
1) 조명이 불충분	1			1			1							1				
2) 작업에 소음이 높음	1		1		1												1	
3) 작업공간이 좁음	1	1			1													
4) 짧은 시간내에 처리작업.		1		1														
5) 장시간 지속작업.			1													1		
6) 작업중 장시간 이동 처리			1													1		
7) 신구도구를 사용		1		1						1								
8) 다수 도구를 어렵게 사용	1					1											1	

제4장 화학플랜트 보수시 팀구성 에러 예측 시스템 개발

1. 시스템 개요

관리감독자들이 매년 정기 보수작업시 경험했던 사고 요인들을 상기하면서 알고있는 안전지식을 근로자들에게 주지시키고 보수계획에 따라 팀을 구성 배치하며 업무를 할당하여 수행하고 있다. 그러나, 팀원들이 업무수행중 어떤 에러를 발생할 것인가 예측하기 어려워 신속하게 대처하기 곤란하다.

따라서 현장실태를 고려하여 적용할 수 있는 예측시스템을 구축하였다. 본 시스템은 관리감독자 경험을 토대로 예측대상작업의 특징 존재여부에 팀 조직 체제구성 정보와 작업정보를 입력하고 팀상태의 PSF요인, 에러 유발요인 및 발생요소를 통해 팀 행동 에러유형을 예측하도록 구성했다.

가. 시스템 구성

본 구성은 정보 입력과정, 변환처리과정, 출력과정으로 구성하였다.

입력과정은 생산요원, 운전요원, 관리감독자들의 각 대상에 따른 사실 파악의 기본 정보를 입력한다. 팀 구성 요원을 입력하고 각각의 특성을 찾아내며 팀 구성의 공통 특성을 변환시킨다. 변환과정의 중요한 원인요소를 찾아 대책

안을 제시한다. 출력과정은 팀의 예측된 에러의 대책안 및 보고통계 자료 등을 출력한다.

나. KOSHA - PHE의 사용환경

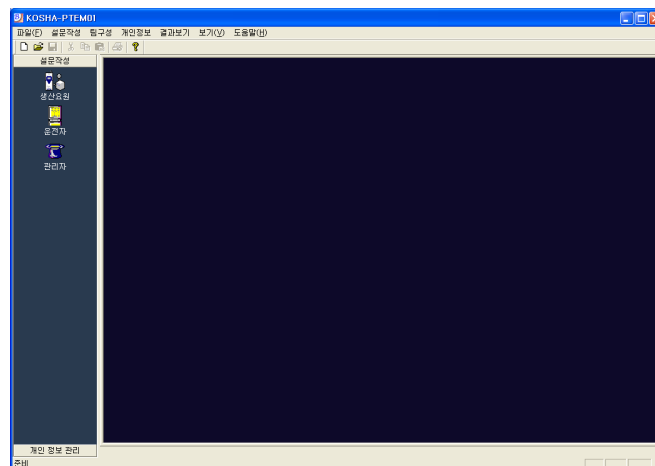
·Window 98 /2000

·Ram : 32MB 이상

·Hard Disk : 20MB이상의 여유공간, CD Rom

2. 분석시스템의 기능 및 인터페이스

메인 화면은 메뉴와 도구 바 그리고 화면 왼쪽의 아웃룩 바로 구성되어져 있으며, 아웃룩 바에는 서비스와 개인정보 관리를 위한 메뉴가 들어가 있다. 설문 작성 메뉴에는 생산요원의 설문을 입력받기 위한 생산요원 아이템과 생



[그림 4-1] 메인 화면

가. 생산 요원

The screenshot shows the 'Worker' application window. The menu bar includes '생산요원', '생산요원', '생산요원', '생산요원', '생산요원', '생산요원', '팀 활동 수행', and '팀 활동수행'. The main area contains a form with a '사원번호' (Employee Number) field set to 'KOSHA001'. Below this is a '팀 구성' (Team Composition) section with three dropdown menus: '직장' (Department), '연령대' (Age Group), and '성별' (Gender). The '직장' dropdown is open, displaying a list of departments: '기계공학부' (Mechanical Engineering Department), '화학공학부' (Chemical Engineering Department), '환경공학부' (Environmental Engineering Department), '생명공학부' (Biological Engineering Department), '에너지공학부' (Energy Engineering Department), '재료공학부' (Materials Engineering Department), '전자공학부' (Electrical Engineering Department), and '정보통신공학부' (Information and Communication Engineering Department). The '기계공학부' option is currently selected and highlighted. At the bottom of the window are buttons for '확인' (Confirm), '취소' (Cancel), and '적용(A)' (Apply).

나. 운전자운전 요원에 관한 입력정보는 [그림 4-3]에서 보이는 것처럼 각 분류별로 항목을 입력한다. 또한 생산요원 설문과 동일하게 확인하기 위해 사원번호를 입력한다.

Operator

중앙 콘트롤룸 정보탐색 | 시스템 합치성 | 시스템 합치성 |

사원번호 [KOSHA002]

각 현장 화면을 이해하기 쉬운 표제로 명확히 배치되어있는가 [대체로 그렇다]

많은 정보가 표시될 때 이상 화면은 특수색으로 나타나는가 [그렇다]

화면상 정보는 문자, 숫자가 구분 정리되어 표시하고 있다 []

화면상 정보표시색은 [] 이다 [있다, 없다, 모르겠다]

각 화면 버치는 보고, 읽기 쉬운 위치인가 []

아이콘, 심볼, 그래픽 표시 정보는 일괄성 있게 취급되는가 []

화면 중에 같은 항목 정보는 같은 모양으로 제시되는가 []

상호점검은 [] 매월한다

정보매세지는 언제나 같은 위치에 표시되는가 []

사용자의 입력조작에 언제나 적절한 답이 있는가 []

스마트폰 시 현장에러 메시지는 화면에 언제, 어디서, 무엇이 명확하게 나타나는가 []

현장과 긴밀한 협조가 항상 []

운전자는 현재 시스템 변화에 영향을 미치는 내용을 명확히 알고 있는가 []

팀 구성에 관한 초보 동료도 []

팀원은 시스템 각 부분에서 현재 무엇을 하고 있는지 명확히 알고 있는가 []

역할분담상 비상시작을 시킬때도 []

확인 취소 적용(A)

[그림 4-3] 운전요원 설문 작성 화면

Manager

제1분류 인간-기계(M,M,I) 요인 | 제2분류 인간 내적 요인 | 제3분류 작업특성 요인 | 제3분류 작업특성 요인 |

사원번호 [KOSHA003]

제1분류 인간-기계(M,M,I) 요인

- ☒ 장치의 표시나 지침이 보기 어렵다
- ☐ 음성에 의한 지침이 듣기 어렵다
- ☒ 핸들, 레바, 클러치등의 조작기구 취급이 어렵다
- ☐ 작업할 때 필요한 정보가 곧 보기 어렵다
- ☐ 많은정보가 동시에 주어진다
- ☐ 작업할 때 결과를 알 수 없어 늦게 알려준다
- ☒ 공구나 기구류가 작업현장에 적절치 않다
- ☐ 메뉴얼이나 지도서가 미비하다
- ☐ 잘못 조작을 할 때 곧 수정하거나 간단한 중단이 어렵다

확인 취소 적용(A)

[그림 4-4] 관리자용 정보 화면

다. 관리자

관리자에 관한 항목은 [그림 4-4]에서 보이는 것처럼 각 분류별로 관리자의 정보 항목을 입력한다. 관리자 정보항목은 다수의 항목을 선택하는 형태로 이루어져 있다.

3. 개인 정보 및 팀 관리

가. 개인 정보 입력

개인 정보 입력 화면은 수집할 각 개인정보에 대한 입력 창으로 구분되어져 있으며 작성 후 확인 버튼을 누르면 바로 데이터베이스에 저장하도록 되어있다.

작업자 정보

재해자 정보

작업자명 김길동 성별 남

사원번호 KOSHA004 전화번호

주소

주민등록번호 생년월일 1995-03-01

직위 채용일자 1995-03-01

동일직종근속기간 0

학력

신체적 정보

키

몸무게

시력

청력이상유무

1995년 3월

일 월 화 수 목 금 토

26 27 28 29 30 31

1 2 3 4 5 6 7 8

오늘: 2001-12-02

확인

[그림 4-5] 개인정보 입력 화면

나. 개인 정보 확인

The image shows a software window titled "Worker List". On the left is a "Name List" with a scrollable list of names: 김길동, 송내, 김길동, 김길동, 김길동, 김길동, 김길동, 김길동, 김길동, 김길동. The main area contains a form for the selected employee, 김길동. The form fields are as follows:

작업자명	김길동	성별	남
사원번호	KOSHA001	전화번호	0323223222
주소	송내		
주민등록번호	6712121234567	생년월일	1212
직위	과장	채용일자	1995-07-01
동일직종근속기간	7	결혼여부	예
학력	대학교졸		
키	170	수면시간	8 시간
몸무게	70	음주정도	1병
시력	1.0	약물복용	안함
청력이상유무	정상		

At the bottom right of the form are three buttons: 수정 (Modify), 저장 (Save), and 닫기 (Close).

[그림 4-6] 개인정보 확인 화면

개인 정보 확인 아이템을 누르거나 메뉴에서 개인정보 확인 메뉴를 선택하면 [그림 4-6]과 같은 화면을 볼 수 있다. 여기서는 현재 데이터베이스에 등록된 사원들을 왼쪽의 리스트에 보여주고 여기에서 사원 이름을 선택하면 선택된 사원에 대한 정보가 출력된다. 출력된 정보를 수정하고 수정 버튼을 누르면 데이터베이스가 수정된다.

다. 팀 등록

팀 등록은 사내의 팀을 등록하기 위한 화면으로 팀 명과 팀장명의 사원번호를 입력하여 팀을 생성하고, 팀원은 리스트 우측의 추가 버튼을 사용하여 팀원 리스트와 개인별 에러를 볼 수 있다. 삭제 버튼을 이용하여 삭제한다. 추가되거

나 삭제된 사원은 리스트에 반영된다. 팀원을 추가할 때는 팀원 정보를 출력해주는 별도의 창이 나오고, 팀원정보 출력 창에는 선택된 팀원이 유발할 수 있는 에러 정보를 출력해 준다.

[그림 4-7] 팀 등록 화면

[그림 4-8] 팀원 선택화면

[그림 4-7]의 팀 등록 화면에서 추가 버튼을 누르면 팀원정보 출력 화면인 [그림 4-8] 화면이 나온다. 여기에서 팀원을 선택하면 [그림 4-8]화면의 리스트에 팀원이 출력된다.

라. 팀원 관리

팀원 관리 화면에서는 기존에 존재하는 팀의 팀 구성을 변경하고자 하는 경우 사용한다. 팀콤보 상자에서 팀을 선택하면 [그림 4-9]와 같이 해당 팀의 팀원들이 출력되고, 여기에서 팀원을 추가 수정 또는 삭제하여 팀을 재구성하여 입력을 클릭한다.

Index	Team Name	Team Leader	Team Mem...
1	1팀	홍길동	홍길남
1	1팀	홍길동	홍길전

[그림 4-9] 팀 구성 화면

(1) 보고서

보고서는 결과 보기창을 클릭하면 [그림 5-10]과 같이 팀 및 팀원의 에러에 대한 내용을 출력하기 위한 보고서를 제공한다.

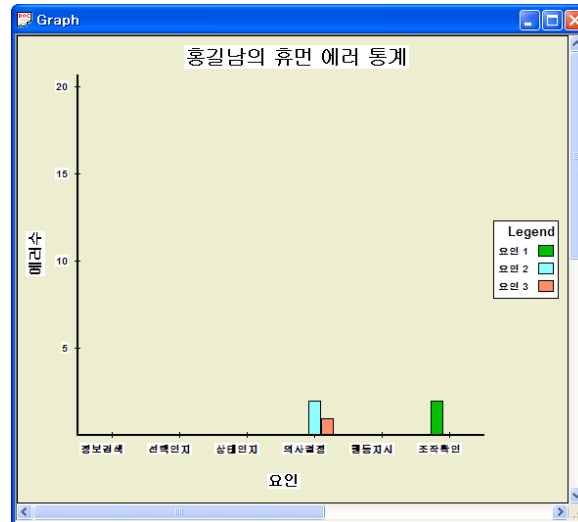
Report

팀 행동시 휴먼에러 보고서		
보고서 번호 :	보고서 작성 일자 : 2001년 12월 02일	
보고서 제목 : 팀행동시 휴먼에러 분석 평가		
분석 대상 팀 :	분석 대상자 : 홍길남	책임자 : 김두환
에러 유형		
실수 과정	요인	카운트
정보 검색 에러	정보의 불비	0
	알고있으나 생각나지 않음	0
선택인지에러	정보를 잊었다	0
	행한것을 확인하지 못함	0
	정보를 잘못 느낌	0
상태 인지 에러	알지 못했다	0
	잘못기억했다	0
	알고 있으나 생각나지 않음	0
의사결정판단에러	판단을 잘못했다	0
	판단의 혼란	2
	순서 확인을 잊음	1
행동 인지 에러	동작이 잘못되었다	0
	동작이 혼란	0
조작확인 에러	조작이 틀림	2
	조작미스	0

<그림 4-10> 팀행동 에러 보고서 화면

(2) 통계보기

통계 자료에서는 보고서의 내용을 그래프를 통하여 볼 수 있도록 하였다.



<그림 4-11> 휴먼에러통계 그래프

이외 통계자료는 에러전체를 통계 분석하여 보수공정별, 팀별 보수 연도별, 개인별, 팀별 에러 유형별 등 다양한 결과를 화면 또는 프린트로 결과를 얻을 수 있도록 하였다.

정기보수 작업시 개인 및 팀별 예상되는 휴먼에러 예측 시스템을 적용함으로써 화학공장의 휴먼에러 예방에 의한 다음 같은 효과를 얻을 수 있다.

㉠ 화학공장의 정기 보수작업시 에러로 인하여 발생하는 화재폭발사고를 사전에 예방할 수 있을 것이다.

㉡ 휴먼에러를 개인 및 팀별로 관리함으로써 계획기간내 안전하게 보수유지할 수 있어 생산성 향상에 크게 기여할 수 있다.

- ㉔ 팀원간에 상호의 소통 및 계획적 안전 지도에 효율적이어서 관리기능이 향상 될 수 있다.
- ㉕ 휴먼에러 연구 및 전문화 교육과정에 활용할 수 있어 사고예방에 기여할 수 있다.

제 5 장 결 론

본 연구에서 화학플랜트 보수시 팀행동 분석평가에 따른 휴먼에러 예측기법 개발을 위한 조사 결과 다음과 같은 데이터를 도출했다.

1. PSF의 영향 요인을 체크리스트로 특성화 시켜 조사한 결과 62.8%가 실수 경험이 있었고 판단미스, 조작미스, 확인미스, 선별인지오류, 정보제공 인지 에러 순 이었다.

가. 휴먼에러 발생에 영향을 주는 인자로 인간-기계계 항목에서 작업시 정보 제공 방법상의 문제가 주된 영향인자 였다.

나. 인간 내적 요인의 영향인자는 안전지식 작업자세 경험 미숙이 주된 인자 였다

다. 작업특성 요인의 영향인자는 보호구 구조 작업진행 방법이 주 인자였다

라. 조직자체 요인으로 안전의식 및 이중작업 부과 진행에 문제가 있었다.

마. 외적요인의 영향인자는 작업장의 물리적 환경과 습관에 문제가 있었다.

2. 정기 보수작업시 팀구성 내용 중 8개의 설문응답 항목들에 내재한 요인들은 크게 4가지 범주였으며, 요인에 귀속되는 각 요인 부하량은 최소값이 0.547 있었고, 공통변량의 최소값은 0.579였다. 4개의 요인이 설명하는 분산비율은 총 분산에서 약 67%를 차지하고 있었다.

3. 팀구성 조직의 작업환경 특성 과 관련된 항목들의 하위 차원을 분석한 결과 총 8가지 항목들이 2개의 요인으로 범주화되었다. 요인 부하량은 0.597 이상으로 매우 높은 수준이었으며, 공통변량은 최소값이 0.413이었다. 요인 2개가

작용하는 총 분산비율은 약 59%였다.

4. 팀 구성 요원들의 작업 특성들에 관한 16개 항목들은 5개요인으로 범주화되었다. 5가지 요인들의 총 분산율은 약 58%였으며, 각 개별 항목들이 요인에 귀속되는 요인 부하량의 최소값은 절대값을 기준으로 0.499였다.

5. 팀업무의 PSF 요인에 대한 총32개 개별 항목들 중 18개항목에 내재하는 하위차원을 분석한 결과 모두 5가지 요인들이 범주화로 추출되었다. 개별 항목들이 5가지 요인에 귀속되는 요인 부하량은 절대값을 기준으로 최소값은 0.454였다. 상대적으로 적은 요인 부하량을 나타낸 요인은 3개였으며, 요인 1에 5가지 개별 항목들이 귀속되었고, 요인 2와 요인 3의 경우 4개의 개별항목들이 포함되었다. 요인 4의 경우에는 3개의 개별 항목들이 포함되었으며, 요인 5의 경우에는 2개의 개별 항목들이 포함되었다. 요인 5개에 의해 설명되는 총분산 백분율은 57.125%였다.

14개의 개별항목들은 5개요인 범주화로 구분되었다. 그러나 요인 4와 요인 5는 각각 하나의 개별항목으로 구성된 범주로서 요인 1, 2, 3과의 독립성만을 확인할 수 있었다. 추출된 5개의 요인의 총 분산 백분율은 62.793%였으며, 개별 항목들이 5가지의 요인에 귀속되는 공통변량분포 최소값이 0.432였으며, 3가지 개별 항목을 제외하면 모두 0.5를 넘는 수준을 보이고 있었다.

본 연구에서 개발된 팀행동 에러 예측 시스템은 2개 화학공장 현장에 적용하여 작업특성, 조직체계, 팀의 행동요인 예측 성능 유용성을 검증하여 현장 적용에 부합되는 것으로 밝혀졌다. 금후 많은 현장에 적용하여 관련정보와 및 신 D/B구축 전개로 에러예측 신뢰성 향상 접근을 도모할 예정이다.

참 고 문 헌

1. 김두환: “중소화학제품제조업의인적오류사고예방시스템개발”,안전연구보고서. 2001
2. 김두환:“휴먼에러방지 연구”산업안전보건연구원연구보고서, Vol 1 . 1998.
3. 김두환: “한국화학플랜트의 휴먼에러 통계해석, 일본산업안전기술 강연회보,10. 2000.
4. 김두환 : “기업의 앗차위험 실태분석과 대책방안 연구”, 제27회 한일기술사 심포지움 보고서 1997.
5. 과학기술처 : “인적 오류 기법개발, 한국과학기술원”, 1995
6. 과학기술처 : “인적행위 분석기법 개발”, 한국원자력연구소, 1995
7. 한국산업안전공단 : ‘01 중대사고 사례집, 2001.
8. 노동부 : “산업재해 통계분석”, 노동부, 1997-1999
- 10.. 임희남 : “인간 신뢰성 공학”, 일본해문당, 1984, pp. 38-41
11. 신승현 : 인간공학, 형설출판사, 1990, pp. 209-214
12. 黒田勲 : “Human Factor를 깊이한다.” 중앙재해방지협회, 1990, pp. 117
- 13 日本 中災防 : 安全, 中央災害防止協會, 1991, pp. 16-22
- 14.若倉正英:“사고D/B로부터 휴먼에러 사고발생 경향.“安全工學Vol.39,No.1,2000 p.p29-32
- 15.稻 恒 莊 司 : “휴먼에러와 기계설비“ 안전, 中災防 ,Vol.47.No.5 1996.pp.11
- 14.吉野賢治 : 휴먼에러 예측 인과모델 개요, 휴먼팩터학회지, Vol 21.N0.1,.1997
- 15 일본고압가스협회 誤操作防止에 關한 報告書, 高壓Gas保安協會, 1985.
16. 黒田勲 :, ヒュマン・ファターズを 探る、中災防, 1988.
17. 高壓Gas保安協會 : ユンビナート事故事例集, Vol.4, 1991.

18. 官野文友 : Human error 메카니즘, 日科技連, 1980.
19. 井上威恭 : Human error에 의한 災害事故 시스템제어 Vol.32 No.3, 1988.
20. 西浦直志 : 個人の 性格이 팀 成績 및 影響에 대한 基礎的研究, 東海大學修士論文. 1997
21. 西浦直志, 岡本覺, 長坂章彦, 吉野賢治 : 個人の 성격이 팀 성적 및 影響에 대한 기초 연구, 日本人間工學會 제26회 關東支部 大會講演集pp.82-83, 1996
22. 行待武生: 플랜트 사고시 팀 행동에 관한 해석 방법의 연구, 인간공학, Vol.25, No.6. pp.357-366, 1989
23. A.Norman, Categorization of action slips Psychological Review 88(10,1-15,1981.
24. J.Rasmussen, O.M.Pedersen, G.Mancini, A.Canimo. M.Griffon and P.Gagnolet : clasiffication System for Reporting Events Involving Human Malifunction Riso-M-2240, 1981.
25. J.C.Williams: Resent Developments in Human Error Assesment Technique, Personnel at Practical Technologies Assesing Human Error in Routine Works, 1989.
26. Vicente K.J, Rasmussem J, The ecology of human machine systemII Mediating "Direct perception" in complex work domains, Ecological psychology Vol.2 No.3, 1990.

부 록

1. 설문통계
2. 설문지
3. 휴먼에러종류 및 세부요인

<설문 통계>

1. 조직체제

예, 대부분, 보통, 아니오

삿다운시 보수작업 팀구성 내용	1	2	3	4
1)팀 요원 중에는 비교적 고평자가 많이 있는가.	3.3	6.0	44.2	48.5
2)팀구성 요원 중에 숙련자가 많이 있는가.	31.8	49.8	17.7	0.9
3)팀 요원 중에 작업적성에 맞지 않은 자도 있다고 보는가.	10.7	2.3	34.9	52.1
4)팀 요원구성 중에 당사요원외에 협력사원도 있는가	33.5	4.2	7.1	55.2
5)팀요원이 작업에 임할때 사전 교육훈련을 안받은자도 있다	2.8	0.9	7.4	88.8
6)팀요원 중에 책임분담이나 역할분담이 불명확한자도있는가.	4.7	0.9	8.4	88.0
7)팀요원이 관여하는 작업공정의 관리는 분명한가.	67.3	14.5	14.5	3.7
8)팀요원이 관여하는 작업규정,메뉴얼등은 완전하다고 보는가.	37.2	44.2	17.2	1.4
1)팀요원의 업무할당 중에는 위험도가 높은 것이 있는가.	33.3	16.9	32.9	16.9
2)팀요원이 관계하는 작업은 고도의 기술이 필요로 하는가.	20.6	26.6	43.9	8.9
3)팀요원이 관계하는 작업이 조금 잘못해도 허락되지 않는가.	37.3	26.4	13.7	22.8
4)팀요원 작업 중에 예상치 못한 돌발적인 작업이 있었는가.	35	4.7	26.8	33.6
5)팀이 관계하는 작업에 위험상태를 확인치 않으면 안되는가	55	26.5	11.4	7.1
6)팀요원이 관계하는 작업은 정형적인 단순 작업인가.	1.4	8.9	31.5	58.2
1)팀요원이 관계하는 작업에 조명이불충분한곳이있는가.	11.7	1.9	41.1	45.3
2)팀요원이 관계하는 작업에 소음이 높으곳도 있는가.	38	5.6	33.8	24.8
3)팀요원이 관여하는 작업 중에 작업공간이 좁은 곳도있는가.	38.3	3.3	40.7	17.8
4)팀이 관계하는 작업 중에 짧은 시간내에 처리해야 하는 일도 있는가.	43.9	5.1	36.4	14.5
5)팀요원 중에 장시간 지속하여처리해야하는 곳도있는가.	34.7	6.1	38.5	20.7
6)팀이 관여한 작업중에 장시간 이동하면서 처리한 일도 있는가	8.0	8.1	31.5	54.5
7)팀요원 중에 취급방법이 다른 도구를 사용하는 곳이 있는가	17.9	6.6	26.4	49.1
8)팀요원중에 다수의 도구를 어렵게 사용하는곳도 있는가	11.7	8.5	30.5	49.3

2. 작업특징

예 대부분 조금 아니요

샷다운등 보수작업시	요	인	예	대부분	조금	아니오
1)작업시 팀원들은 각자 틀리는 대상을 관찰하지 않으면 안되는 가.	37	20.4	25.9	16.7		
2)작업시 팀원들은 감독자에게 작업경과를 수시 보고 지시에 따라야 하는가.	58.3	22.7	10.4	8.6		
3)작업시 감독자는 요원각자에게 작업목표를 구체적으로 지시하는가.	68.1	25.2	3.7	3.1		
4)작업시 요원들의 위치는 복수의 작업장에 분산배치되어 있는가.	53.4	21.5	12.9	12.3		
5)작업시 앞의 팀작업 결과를 이어받아 하지않으면 안되는가.	36.2	22.1	20.2	21.5		
6)각각의 요원들이 행한 점검대상이 서로다르게 되어 있는가.	26.4	21.5	24.5	27.6		
7)점검결과 판단은 요원각자에게 일임하는가.	20.4	25.9	24.7	29		
8)감독자가 측정기등의 결과나 점검데이터를 사용하여 종합적으로 판단하는가.	61.1	27.2	9.9	1.9		
9)각자는다른작업대상과기능적으로연계하고있는가	54.6	30.1	12.3	3.1		
10)각자 역할분담에 따라 각각 틀린 작업을하고 있는가	33.7	31.9	23.9	10.4		
11)대상작업은 각자의 경험에 의존하고 있는가	11.7	38.7	30.1	19.8		
12) 팀원들이 서로 작업과정을 확인하고 있는가.	48.1	35	12.5	4.4		
13)요원들이 점검할 곳은 서로 공동으로 하고있는 곳이 있는가	45.7	29.6	21	3.7		
14)요원들이 감독자에게 보고할 내용은 메뉴얼화 되어 있는가.	37	29.0	15.4	18.5		
15)감독자의 판단 결과는 직접 팀원에게 지시되고 있는가.	69.8	26.5	3.7			
16)감독자는 팀원들의 불안전한 행동에 대응하지 않으면 안되는가.	56.2	20.4	14.8	8.6		

3.팀업무의PSF 존재여부

예 대부분 조금 아니오

1)팀원은관리감독자가작업내용을충분히이해할수없는지시를한다고보니까	14.3	8.4	9.7	67.6
2)관리감독자의 지시나 주의사항은 팀원들에게 똑같은 방법으로 전해진다고 보는가	56.1	27.8	13.5	2.5
3)팀원은 관리자나 전임자로부터 연락사항을 확인한 뒤 작업 개시하는가	68.8	26.8	2.9	1.7
4)팀원은 정비보수 장소별로 제한된 시간을 엄수하지 않으면 안 되는가.	31.2	29.9	22.2	18.7
5)감독자는분산된장소에서작업에집중하고있는상황에서지시명령을전해야하는가.	23.3	15.4	26.9	34.4
6)작업대상이 떨어져 있거나 은폐되어 있어 작업장소를 서로 주시하는 것이 어려운가	17.3	7.6	28.7	46.4
7)팀원의 작업습관, 작업에 필요한 서류(정보)를 무시하고있지 않는가	11.8	7.6	9.2	71.4
8)팀원이작업에필요한지시나 도면 등 정보를 한번에 이해하고 기억하려고 하지 않는가	6.0	19.8	20.3	53.9
9)작업대상의 작업결과 양부 판단기준이 명확하지 않는것이 있는가.	7.3	7.3	34.8	50.6
10)대상작업에장시간연속작업을행하여 팀원의 정신적 육체적 부담이되고 있지는 않는가	18.6	10.1	36.3	35
11)대상작업에 작업수단이나 내용이 복잡하여 경험이 없으면 원만한 진행이 안되고 있는자가 있는가	11.9	6.4	31.5	50.2
12)팀원가운데동기부여에결함이있어감독자의 지시를 신뢰하지 않는 팀원이 있다고 보는가.	3.4	1.7	27.4	67.5
13)대상작업을엄격하게작업하지않으면상부의의도가하부에이해되지않는다고보는가.	10.6	8.5	27.7	53.2
14)감독자와 협력사 책임자의 체크가 엄격히 이루어진다고 생각하는가.	44.1	17.2	27.7	10.9
15)대상작업은 작업일정 작업금액 등 하청 조건이 엄격하게되고 있다고 보는가	35.2	22.7	29.8	12.4
16)감독자의 팀원평가가 임금이나 보너스 등에 엄격하게 반영시키고 있는가	17.4	17	26.4	39.1
17)정상작업 관례로 보아 대상작업에 위험이 있다고 보는가	17.6	21	42.9	18.5
18)대상작업의 실시 내용이나 작업환경 등이 개선되었는데 오래된 작업안전기준을 적용하는가.	7.3	11.5	29.1	52.1

4.팀의PSF

예 대부분 조금 아니요

1)작업자의 역할이 명확하고 상호역할 이해가 어렵지 않게 되고 있는가	51.7	16.1	22.5	9.7
2)팀원이 담당할 작업장소가 분산되어 상호주의가 (작업결과를 확인하기) 어렵지 않은가	23.1	10.5	26.9	39.5
3)팀원의 지식에 격차가 있어 작업원간에 필요한 정보가 원만하게 못 전해지는 경우도 있지 않는가.	3.4	1.7	36.9	57.9
4)팀원 중에는 상호역할이나 작업내용을 간섭하지 않는 경향이 있는가.	4.6	10.5	43.7	41.2
5)팀원 중에는 역할 분담의 의미를 이해 못하는 경향이 있는가	4.2	1.3	15.5	79.1
6)팀원 중에는 대상작업에 기량이 조금부족한자가 있지 않는가.	8.1	1.6	31.4	58.9
7)팀대상작업중에는 감독자 기능이 없는자가 년배자를 배려 하지않는 경우도 있지 않는가.	2.8	2.2	29.8	65.2
8)팀원 중에는 자신의 경험이나 판단을 우선하는 경우가 있지 않은가	9.3	9.3	52.5	29
9)팀원 중에는 시간을 지연시키는자도 있지않은가	1.1	1.1	24.9	73
10)팀 대상작업 중에는 책임자가 부하를 신뢰하지 않는 경우는 없는가	13.0	4.3	34.6	48.1
11)팀원 중에 경험, 연령에 따라 편파적으로 작업자를 편성하는 경향이 있는가	1.6	6.5	25	66.8
12)팀원 중에는 안전을 경시하는 자가 있지 않는가.	1.7	15.9	83.3	
13)팀원 중에는 상대의사를 존중하지 않는자가 있지않는가	1.6	1.6	24.9	71.9
14)팀원 중에는 여러 가지사정상 엄하게 지시 불가능한 상대가 있다.	4.9	2.7	22.3	70.1

<설 문 지>

안녕 하십니까?

본 조사는 현장의 쉼터인 시 투입되는 팀 구성원들의 휴면에러에 의한 사고 예방과 원활한 정비 보수 작업이 안전하게 효율적으로 수행 되도록 개선하기 위한 기본 연구 자료로 활용 하고자합니다. 성의있는 답을 제시하여 안전기술 연구발전에 귀중한 D/B가 구축되도록 적극 협조하여 주시기 바랍니다.

1. 사업장 개요

- 1) 사업장의 주 업종 : (화학제품, 전자, 전기, 기계제작, 서비스, 유정제, 플라스틱, 석유화학, 화인케미칼, 의약품제조, 기타)
- 2)소재지)
- 3) 근로자수: 5인이하, 10-50인, 51-100인, 101-300인. 301-500인, 501-1000인, 1000인 이상
- 4)근무형태; 정상근무, 2교대, 3교대, 기타
- 5) 안전관리부서 : 유, 무. 전담 유,무
- 6) 사고건수 또는 니어미스

년 도	총 사고건수	니어미스(아차사고)
1998년도		
1999년도		
2000년도		

사고 발생시 기계설비는 (가동, 보수중, 정지)상태였다, 기계 설비가동중 상태는(정상, 고장, 이상)이었다. 이때 팀 구성이 (되있었다, 없었다)

- 7) 사고 발생원인은 (인간실수, 설비이상, 안전장치고장, 기타)였고 인간실수는(지식,경험부족, 규칙 순서 미준수, 표준 순서없음, 습관, 지시잘못, 환경나쁨, 고민, 기타)

PSF 52항목 종류와 내용

제1분류 M.M.I 요인

1. 장치의 표시나 지침이 보기 어렵다.
2. 음성에 의한 지침이 듣기 어렵다.
3. 핸들, 레바, 크러치등의 조작기구 취급이 어렵다.
4. 작업할 때 필요한 정보가 곧 보기 어렵다.
5. 많은 정보가 동시에 주어진다.
6. 작업할 때 결과를 알 수 없어 늦게 알려준다.
7. 공구나 기구류가 작업현장에 적절치 않다.
8. 매뉴얼이나 지도서가 불비하다.
9. 잘못 조작을 할 때 곧 수정하거나 간단한 중단이 어렵다.

제2분류 인간내적 요인

10. 이전에 하는 방법에 방해되어 새로운 상황에 대응하기가 어려운 작업자가 있다.
11. 작업에 포함된 위험성을 바른 판단이 불가능한 작업자가 있다.
12. 작업에 대한 경험이 만족치 않은 작업이 있다.
13. 개개 작업에 대한 훈련이나 교육이 부족하고 있는 작업자가 있다.
14. 개개작업 경험이 있어도 장치의 원리나 구조에 대한 충분한 지식이 없는 작업자가 있다.
15. 조작이나 순서 전체흐름이나 목적이 분류되지 않은 작업자가 있다.
16. 정신적, 육체적인 건강 상태가 나쁜 작업자가 있다.
17. 작업에 대한 적극적으로 노력하는 자세에 결함이 있는 작업자가 있다.
18. 연령이 높은 작업자가 있다.
19. 협조성이 없는 작업자가 있다.

- 20. 안심할 수 없고 성미가 급한 성격의 작업자가 있다.
- 21. 태평스럽게 있는 성격의 작업자가 있다.
- 22. 생각이 단절되는 작업자가 있다.
- 23. 몸에 질병이 있는 작업자가 있다.
- 24. 결과를 중대시하고 실패하는것을 과도하게 무서워하는작업자가있다.

제3분류 작업특성 요인

- 25.좀처럼 일어나지 않는 사태에서 그 대응이 간혹 하지않는 작업이 있다.
- 26.시간이 촉박해서 급하게 하지 않으면 안 되는 작업이 있다.
- 27.그것까지 조작이나 상태의 기록이 불안전해도 행하지 않으면 안 되는 작업이 있다.
- 28.구체적인 순서나 작업기준 작업 목적이 확실치 않은 작업이 있다.
- 29.지시나 명령을 직접전달하지 않고 인편으로 전달하지 않으면 안 되는 작업이 있다.
- 30.작업과정을 객관적으로 체크하는 것이 불가능한 작업이 있다.
- 31.작업과정을 확인하는 방법이 한가지가 아니고 다른 방법으로 확인이 불가능한 작업이 있다.
- 32. 작업자 경험이나 이해력을 초과한 판단이 요구되는 작업이 있다.
- 33.작업 진행 방법이나 순서를 확인 할 방법이 없는 작업이 있다.
- 34.신체적으로 무리한 동작이나 자세가 요구되는 작업이있다.
- 35.보호구 등이 작업의 방해가 되는 작업이 있다.

4. 조직자체의요인

- 36. 안전을 경시하는 풍조가 있다..
- 37. 단조로운작업에 대해서기분 전환을 할기회가 주어지지않는다.
- 38. 역할 분담이나 책임소재가 명확치 않다.
- 39. 장시간에 걸쳐서단조로운 작업만 시킨다.

- 40. 작업중에 다른용도의 일이 겹쳐서업무흐름이중단된다.
- 41. 작업량에 비해 사람이 많다.
- 42. 작업량에 비해 사람이 적다.
- 43. 지금까지 경험으로 지시명령을 직접전하는 훌륭한 사람이있다.

5. 외적요인

- 44. 작업장에 온도습도가 높다.
- 45. 작업장이 춥다.
- 46. 작업장 소음진동이 크다.
- 47. 작업장이 어둡다.
- 48. 작업 장소나 통로발판이 좁고 불안정하다
- 49. 근무작업이 개시되어도 묻지 않는 향이 있다.
- 50. 근무 작업중인 향이 있다
- 51. 근무 작업이 끝나는 향도있다.
- 52. 심야 아침 일찍 작업이 있다.

II 팀 구성 조건

- 1) 팀 구성은(조장, 반장, 직장, 계장, 과장, 부장)이 사전에 충분히 검토(한다,안한다)조직은(사내직원으로,협력사직원,혼성으로,외부위탁)팀 구성 연령대(20-30, 31-40, 41-50, 50세이상)
- 2) 요원구성 조건은 (경험, 지식수준, 연령,신체조건,가정환경,성격,숙련도,자격증,기타) 팀인원은(1-3명,5명,7명,10명,15명,20명)으로 한다
- 3) 계획 된 일의 팀의 작업 분담은(전체, 일부분, 균등분할, 특수부분, 기타) 이며 작업적성은(맞는다,안맞는다,관심없다.)
- 4) 작업지시는(구두, 인터폰, 방송, 문서,)로 (개인별,전체집합,팀리더)에게 한다. 보수작업의 교육훈련은(받는다.안받는다, 주의만준다)
- 5) 정보제공이(확실,불확실)하여이해가(어렵다,쉽다)불확실한 경우 원인은 (구

두전달, 제3자가 전달, 쪽지메모전달, 전화) 등으로 갑자기 전했기 때문이다 보수작업 메뉴얼이(있다,없다,있으나미비)

6) 정보인지를 잘못된 경우(지식부족, 경험부족, 시간에 쫓김, 예측과잉, 다른곳에 주의력 집중, 제3자 확인으로 생각, 자신과잉)등

7) 판단을 잘못된 경우 (기억잘못, 순간적인 잊음, 안일한 습관, 성공험이 있음, 복잡한 상황, 단조로움에 익숙, 과로, 피로, 미쳐 생각 못함, 판단기준 없음, 뒤로 미룸, 흥분상태)등

8) 조작을 잘못 함 그이유는(동작혼란, 자세불량, 순서의 결함, 절박한 시간, 빠트림,기계 유사배열, 스위치 배열이 바뀜)

9) 작업 지시자의 확인은(즉시 직접한다. 시간 경과후, 안한다. 보고로 대체) 확인방법은(복창, 질문, 문서, 실현테스트, 작업 현장순회)

10)평소 팀워크는 잘 운영(된다, 약간문제 있다. 안된다) 안되는 경우 이유(팀워크 구성잘못, 상호성격차, 의사소통차 기술격차, 경험차, 연령차, 학력수준 차이, 기타)작업공정에 따라관리가되고(있다,없다)

11)첫다운기간 업무 수행시 팀 멤버 중에서 실수한 경험자가(있다, 없다.) 앓차사고 등 작은 사고의 경험이 있었다면 그원인은(정보 전달미스, 본인의 정보이해 부족, 판단미스, 인지잘못, 행동 조작잘못, 확인안함)작업의 난이도가(있다,없다) 작업여유가(있다,없다)

III. 팀 행동수행

1) 관리감독자의 업무지시는 상황판단에 이해하기(쉽다.,어렵다.) 지시를 받으면(즉시, 팀 의논후)에 실시,확인은(즉시, 시행후)에 (복창, 질문, 현장방문, 서면.,기타)으로 한다. 보수작업내용에 위험이(높다, 없다)

2) 필요한 정보수집은 (능동적, 피동적,본안, 동료, 상사, 외부)에서 한다.

3) 업무수행 중 현장에 주요 사태가 생기면 행동목표를 팀 리더가 변경(한다, 안한다) 작업시 긴장도는(높다, 낮다, 보통)

4) 팀 의사결정 후 대응조작에 장애나 문제가(있었다, 없었다)

5) 팀 미팅 시 팀원들의 발언은 (존중한다, 무시한다, 때때로 존중)

6) 팀 행동 개시전에 미팅을(한다. 안한다) 한다면 주로(업무분담, 업무진행,

- 안전점검, 업무량, 추진기간, 보호구착용, 공정분석)등에 중점을 둔다. 작업 관련 치구는사용(한다,안한다,)치구는(새것,헌것)사용
- 7) 리더는 업무시작시 어디에 가장중점을 두는가(안전, 건강, 업무량, 업무질, 작업자성격, 고민, 경험, 관련지식, 가정환경. 자격. 기술지식)등
 - 8) 팀요원은 업무지시를 받은후 어디에 중점을 두는가(업무방침, 할당 업무량, 수행기간, 작업환경 관련 시설, 도구, 관련정보, 보호구,팀구성, 위험여부, 안전점검) 작업특성상 오류검지판단이(어렵다.보통,쉽다)
 - 9) 행동개시후 보고는(수시로, 가끔, 작업 종료시, 매일아침)방법은(구두, 문서, 전화) 작업에 임하는 팀구성원 안전의식은(희박,보통,높다)
 - 10) 문제 발생시 도움요청은(한다, 스스로해결), 관리감독자는 주로 어느 단계에서 지원합니까(정보제공단계, 상황판단, 의사결정, 대응 조작, 확인단계) 작업관리 책임추궁은(엄격,느슨,보통,없다)
 - 11) 팀에서 사고발생한 경험이(있다,없다) 발생했을 때 팀원들은 사태 변화를 (감지했다. 못했다, 당황했다, 침착했다. 도움을 요청)
 - 12) 샷 다운시 팀별 안전 계획 수립은 (있다, 없다. 모른다)
 - 13) 샷다운시 주설비 보수는 (자체요원, 협력사위탁, 혼성팀구성,) 사전 점검은 (업무수행 팀, 안전팀, 공무 팀. 전문기관, 기타)에서 실시한다.
 - 14) 작업시간관리는(확실하다.확실치않다)작업협조분위기는(되있다,없다)

IV.중앙 콘트롤룸 정보탐색

- 1) 각 현장 화면을 이해하기 쉬운 표제로 명확히 배치되어있는가 (그렇 다, 대체로 그렇다, 모두 그렇지 않다)
- 2) 많은 정보가 표시될 때 이상 화면은 특수색으로 나타나는가 (그렇다, 대체로그렇다, 아니다)
- 3) 화면상 정보는 문자, 숫자가 구분 정리되어 표시하고 있다.(있다, 없다, 모르겠다)
- 4) 화면상 정보표시색은 (흰색, 검정, 적색, 청색, 노랑, 초록)이다
- 5) 각 화면 배치는 보고, 읽기 쉬운 위치인가 (예, 아니오)
- 6) 아이콘,심볼, 그래픽 표시 정보는 일괄성 있게 취급되는가(예,아니오)

- 7) 화면 중에 같은 항목 정보는 같은 모양으로 제시되는가(예, 아니오, 때때로 다름) 상호점검은(수시로, 가끔, 정기적으로)매일한다
- 8) 정보 메시지는 언제나 같은 위치에 표시되는가(예, 아니오,때때로 다름)
- 9) 사용자의 입력조작에 언제나 적절한 답이 있는가(예,아니오,가끔다름)
- 10) 샷다운 시 현장에러 메시지는 화면에 언제, 어디서, 무엇이. 명확하게 나타나는가(예, 아니오) 현장과 긴밀한 협조가 항상(필요, 때때로, 필요없다)
- 11) 운전자는 현재 시스템 변화에 영향을 미치는 내용을 명확히 알고 있는가 (예, 아니오) 팀 구성에 완전 초보 동료도(있다, 없다)
- 12)팀원은 시스템 각 부분에서 현재 무엇을 하고 있는지 명확히 알고 있는가 (예, 아니오) 역할분담 상 년상의 자를 시킬때도(있다, 없다)

V. 시스템 합치성

- 1) 색채 의미를 인간의 습관적 연상에 준하여 표시되고 있다고 보는가 (예, 아니오)
- 2) 그림 심볼 표시는 실제 현장 습관과 연계되어 있다고 보는가(예, 아니오)
- 3) 특정 이상 정보는 일반적 표현방식과 같이 표시되는가 (예, 아니오)
- 4) 키, 마우스 등을 사용자 특정 방향에 입력시 화면 방향과 일치하여 움직이는가 (예, 아니오, 때때로 다르다)
- 5) 시스템의 구성은 사용자가 의도하는 업무 범위와 일치하는가(예, 아니오)
- 6) 사용자가 생각하는 의도를 업무에 적합하게 정보가 제시되는가(예,아니오)
- 7) 시스템의 정보 제시는 작업 안전 수행에 적당한가 (예, 아니오)
- 8) 각 화면은 작업자가 어떤 작업을 안전하게 행하는지 감지하고 곧 정보를 제공하는가 (예, 아니오)
- 9) 시스템상의 피드백은 작업 안전에 적절한가 (예, 아니오)
- 10) 사용자가 작업할 특정단계에 필요한 옵션을 감지하여 제공되고 있는가 (예, 아니오 , 때때로가끔)
- 11) 위험장소 작업은 복수 멤버가 상호주의를 (한다, 가끔 , 안한다)
- 12)팀의 업무수행 결과가 좋지 않을 경우 적절한 지시가 주어지는가(예, 아니오)동일작업이라도 역할분담량이 다를 경우가(있다 없다)

- 13) 팀 구성이 한쪽 업무에 편중되면 리더는 즉시 교정 시켜주는가 (예, 아니오)급하게 역할분담에 변동이 생기는 경우도(있다, 없다, 모른다)
- 14) 위험작업에 투입될 때는 다른 멤버에게 알리는가(예,아니오,때때로)
- 15) 한멤버의 경험기량이 부족하면 다른 사람을 보강 배치되는가 (예, 아니오) 협력사와 혼성되어 작업을(한다, 안한다, 가끔한다)
- 16) 예측치 못한 변화에 항상 방호적인 자세를 취하고있는가 (예, 아니오, 때때로)
- 17) 자기보다 앞서는 행동을 하는자와 대화를 피한다(예, 아니오)
- 18) 리더는 행동조작이나 의논에 당사자의 심리부담을 생각치 않는다 (예, 아니오)
- 19) 처음 대하는 일은 경직된 자세에서 업무 수행을 한다 (언제나, 때때로, 대체로 그렇다, 아니다)
- 20) 고집이 센 동료와 의사소통을 자주 (한다, 안한다, 때때로)
- 21) 예측 가능한 변화에 선행적인 자세를 취한다 (예, 아니오, 때때로)

<휴먼 에러 종류 및 세부요인>

에러구분	작업오류의 형태	세 부 요 인
정보제공 검색	정보의 불완전	정보가 전달되지 않았다. 정보내용이 잘못전달됨 정보 인수인계 불분명. 검색없이 정보받아 드림 내용이 불명확해서 틀리기 쉽다. 제3자를통해잘못전달 표시장소 및 전달방법이 부적당하다 정보의 내용이 복잡하다. 정보가 즉시 전달안됨 정보의 내용이 너무 많다. 입수정보의위험존재모름 정보 전달과정에서 환경(소음, 조명)으로부터 방해 받음
정보입력	정보가생각나지않음, 정보있음	감각기능이 저하되어 있다. 기억실패. 특별한 것을 보고 듣지못함. 감각기능차단(보호구). 다른 것을 보고 귀담아듣지않음.
	정보를 잊었다	주의정보가 지속되지 않음. 정보지식 경험부족 정보중요도선별력이없다
선택 인지	행한 것을 확인하지 못함	확인할 것이 없다고 생각되었다. 확인 안 해도 좋을 것이라 믿었다예기치 않은 상황에 주의가 집중.다른정보무시.확인안해도좋은것으로믿음다른사람이 먼저확인 했을것으로 생 각함. 경험적 예상이 빛나감.확인량이많음
	정보를 잘못 느낌	착각 또는 표시가 잘못되었다. 수치명칭을 잘못기억 길이, 모양, 계기눈금을 잘못 읽었다. 시간이없어속단.지레집작
상태인지 오류	알지못했다	별도의 다른 것을 보고 들었다.교육/훈련이 부족 또는 지식경험숙련도가 부족하다. 필 요정보를 얻지못함 시간이 급해서 알아차리지 못함 연락이 없거나 지침내용을 알지못함 눈앞의 신호 또는 신호의 다 변화를 알지 못함.
	잘못 인지 기억함	돌발사태로 주의가 집중되어 다른 정보를 무시함. 교육/훈련이 불명확했다. 시간이 절박해서 당황했다. 서둘렀다 기억의 실패로 틀리게 인지했다 비슷한것이많아헤갈렀다 시간이 부족하여 속단, 지레집작 한다
	알고있으나 생각안남	귀찮다는 생각으로 확인을 소홀히 함. 깜박 잊어 생각나지 않음 확실하여 확인하지 않는다 특수한 상황에 필요이상으로 긴장했다 다른 사람이 먼저 확인하였다고 생각함. 주의력을다른곳에 집중
판단 오류	잘못 판단하다.	알고있는 것으로 믿고 습관적으로 판단한다. 성공한유사경험있음 전에 성공했으므로 간단히 생각했다. 감각적으로 결정이 잘못되었다 상황이 복잡하여 머리가 어수선하다. 당황공포등반사적으로 판단했다 상황의 급변, 시간이 절박한 중에 조금히 판단을 취했다 단조로움이나 피로로 머리가 멍한상태 판단. 일이끝났다고상황판단잘못함 중간이하로 확인을생각못함 다른것에 신경쓸여유가없음.판단기준모름
	잘못 기억하다	지시.연락사항을 골돌히생각하다가 잊어버렸다 고민이 많아 기억이 잘못되었다. 비슷한유형을 기억했다 기억할것이 너무많아 실패
	의사결정을판단혼란, 결정잘못	일이 끝났다고 생각하여 다음 작업을 시작했다.시간적 여유가 많았다 의사결정 기준이 애매하다. 모든 것이 순조로워 괜찮다고 생각함 일에 열중해서 당면의 순서를 잃어버린다 한곳에너무집착 작업과제가 너무 어려워 처리가 지연된다. 당황, 분노, 공포로 인해 판단혼란다른 종류의 작업이 끼어들었다
행동 조작 오류	동작순서의 생략, 잘 못됨	습관적으로 동작이 튀어 나온다 잠시 쉬는 것이 가능하다 생각없이 행동한다 간단히 빨리하려고 순서생략 성급하게 작업을 한다. 한방향동작중지다른방향조작도잘못
	조작 오류	의도한 대로 되지 않음. 성급한 조작으로 순서 빠트림. 무의미한 조작을 반복한다. 근육자세 피로로 동작이 어려움. 감정적으로 난폭하게 취급함
	자세의 혼란	피로하여 어지럽다. 주변환경이 어수선헌 자세의 흐트러짐이 있다. 무리하게 동작반복 습관적인 작업을함 정신집중이몽롱하여 몸의 균형을 잃음
조작 확인	조작 확인잘못	결과를 확인하지 않음 배열이 틀리기 쉽게 되어있다 방향 잘못, 시기 잘못 . 다른용도 지구사용. 안전조작을 믿기 때문에 확인 안함 피드백이 없어결과 확인이 어렵다 결과를확인안함 확인한것으로착각함

안 내 문

본 연구보고서에 기재된 내용은 연구책임자의 개인적 견해
이며 우리공단의 공식견해가 아님을 알려 드립니다.

한국산업안전공단 이사장

화학플랜트 보수시 팀행동 분석 평가에 따른

휴먼에러 예측기법 개발

(안전분야-연구자료 연구원 2002-13-13)

발 행 일 : 2001. 12

발 행 인 : 원 장 정 호 근

연 구 수 행 자 : 수석연구원 김 두 환

발 행 처 : 한국산업안전공단

산업안전보건연구원

주 소 : 인천광역시 부평구 구산동 34-4

전 화 : (032) 5100-860

인 쇄 : 성 문 사 ☎(02)2268-0520