

Human Error와 방지대책

제1장 인간과오의 개요

인간과오(Human Error)란, 쉽게 말해서 인간이기에 범할 수 있는 깜빡실수로서 인간이 범하는 과오·착각·망각·피로·발작 등의 원인으로 발생하는 과오인데, 인간과 작업과의 관계에서 발생하는 사소한 오판, 착각, 전망 등으로 일어나는 작업의 과오를 케어리스미스(Careless Miss)라고도 한다.

인간과오는 시스템이 거대화·복잡할수록 그 영향이나 손실이 크며, 인간-기계에서는 인간이 수행하여야 할 임무가 반드시 있다. 비록 전자동화시스템이라 할지라도 감시하고 보전하는데 인간의 개입이 필요하다.

그러나 인간은 실수할 수 있는 존재이다. 인간의 과오는 피할 수 없는 것이며 인간성에 뿌리박고 있는 것으로 여겨왔다. 인간공학의 영역에 있어 인간과오는 인간-기계 시스템 전체의 신뢰성에 관계가 있기 때문에 이를 어떠한 방법으로 대처할 것인가에 중요한 의의를 가지고 있다.

인간과오란 시스템으로 정의되는 일련의 허용영역 안에서 받아들일 수 없는 행동으로 정의된다. 또한, 시스템의 성능, 안전 또는 효율을 저하시키거나 감소시킬 잠재력을 갖고 있는 부적절하거나 원치 않는 인간의 결정이나 행동 등 어떤 허용범위를 벗어난 일련의 인간동작중의 하나로 정의되고 있다.

다시 말해 인간과오는 인간이 명시되어 있는 정확도, 순서, 혹은 시간 한계내에서 지정된 행위를 하지 못하는 (혹은 금지된 행위를 하는) 것이며 그 결과 장비나 재산의 파손 또는 예정된 작업의 중단을 초래할 수 있다.

제2장 Human Error의 분류 및 발생과정

선진 외국은 작업수행에서 발생할 수 있는 에러를 줄이고 안전수행결과도 예측할 수 있도록 연구되어 왔다.

1987년 Whalley는 분석코자하는 작업 또는 사건으로부터 인적에러 형태를 규명하고 각 인적에러 형태를 유발한 원인을 찾는 과정에서 에러발생 원인의 배경을 분석하여 그 발생에 주요한 영향을 미친 행동수행인자를 인간공학적인 대응방안으로 수립하여야 한다고 주장했다.

1983년 AD Swain도 휴먼에러를 심리학적으로 생략에러, 시간적에러, 수행에러, 순서에러, 불필요한 수행에러로 분류하고 영향을 준 인자는

- 외적인자 : 환경, 작업시간, 휴식, 배치, 의사소통, 작업방법
- 내적인자 : 경험, 숙련도, 신체조건, 성격, 연령
- 스트레스 인자 : 직무부하량, 속도, 피로, 온습도, 신체리듬으로 분류했다.

1971년 Sury는 작업현장에서 사고에 기여할 수 있는 에러요인들을

① 개인요인(Personal Factor)

감각, 중앙신경시스템(반응과정, 경계, 기억, 의사결정, 학습, 경험) 운동활동, 신체적 건강 등

② 환경요인(Environment Factor)

조명, 소음, 기계진동, 온습도, 대기조건, 장비설계, 인간-기계계 설계, 작업상피로, 작업조건, 사기의욕 퓌토 등

③ 재해관련요인(Injury Agent Factor)

재해예방, 자동화, 보호장구, 에너지 흡수 등으로 분류했고, 심리학자 A. Chapman은 에러 분류를 연락에러, 작업공간에러, 지시에러, 시간에러, 예측에러, 연속응답에러로 나누어 관리자나 작업자의 실수를 심리학적 측면에서 분류하였다. 이러한 에러는 인간행동과정에서 발생한다. 사람은 자극에 따라 반응하므로 정보를 입수하면, 선별 인지과정에서 올바르게 인지하여 처리할 수 있도록 각종기술지식과 많은 경험의 데이터베이스가 저장되어서 전달과정의 정보를 정확하게 탐색하여 이해하고 판단할 수 있게 데이터를 선별하여 안전한 행동이 되도록 감각기능을 통해서 올바른 의사결정을 판단하여 행동할 수 있도록 한다.

에러의 요인으로 작업확인, 교육훈련, 관리감독, 작업환경, 의사소통, 근로자 내적인 문제 등에 따라 발생하는 트러블을 파악하여 요인을 개선하지 않으면 휴먼에러는 발생하게 된다.

J. M. Christensen과 R. G. Mills는 인간의 요소적 기능을 지각적 과정에서 정보를 올바르게 탐색하고 이해하여 시설 행위사항을 분별하고 중간과정에서 정보처리하여 문제해결 및 의사결정을 하고 감독, 지시, 응답, 전달, 조언 등으로 상호커뮤니케이션이 이루어져 단순행동, 복잡한행동, 연속적인 행동화 과정으로 이행되는데 근로자들의 에러는 심리학적, 생리학적, 의학적 측면에서 다각적으로 연구하여, 대뇌처리과정에서 발생하는 부위의 에러를 다각적으로 파악하여야 대책도 이에 따라 효율적으로 세우고 예측도 할 수 있다. 인간에러 발생 과정의 흐름도를 보면 다음과 같이 인간 에러를 초래하는 입력단계부터 행동결과의 외관적 에러에 이르기까지 그 상황 변화에 따라 나타날 수 있다.

Man-Machine System에서 인간행동 변용은 대뇌의 정보처리 과정에서 생기므로 외계정보를 대뇌의 감각중추에서 인지되기까지 과정에서 에러가 발생하

거나 인지된 상황을 적응행동으로 의사 결정하여 운동중추로부터 동작과정에서 에러가 발생하고, 기억의 반감으로 잘못 조작하는 판단에러가 생기므로 인간의 대뇌가 명쾌하지 않으면 정보량을 처리하는데 신뢰성이 없게 된다. 이러한 3개 과정을 보면

① 인지확인 에러

외계정보를 받아서 대뇌 감각중추에서 인지되기까지 과정에서 일어나는 에러가 발생한다.

② 판단기억 에러

인지한 상황을 판단하여 적응상태로 의사결정하여서 운동중추로부터 처리되는 행동으로 「이것을 잊어서 인지하지 못했다.」 「기억이 틀려서 조작을 잘못했다.」 등의 에러를 말한다.

③ 동작조작 에러

운동중추로부터 의사결정상태의 동작이 지령되었으나 도중에서 조작을 잘못 또는 절차를 생략하는 동작에러가 발생한다.

가. 산업현장의 Human Error

인간이 범하기 쉬운 각종에러는 숨어있는 위험이 아찔한 사고나 중대사고로 이어지는 경향이 있다. 앗차사례 발굴 활동을 활성화하기 위해서는 관리감독자나 Top의 강한 안전의지와 확고한 방침에 따른 배려가 있어야 하며 관리감독자들은 근로자들에게 앗차사례 활동의 필연성을 논리적으로 설명하여 이해를 촉구시키는 분위기와 관심의 조성이 필요하다.

특히 신입근로자들은 새로운 현장의 업무에 익숙하지 못하기 때문에 정보를 입수하여 취사선택하고 단기기억한 것을 계획대로 이행하지 못하는 경향이 높으며, 올바른 습관이 형성되어 있지 않아 어떻게 처리해야 안전한지 망설이게 된다. 확인하는 시간도 늦어 정해진 시간에 조작이 완료되지 않아 서둘러 판단하므로 조작의 혼란이 생기고 불필요한 긴장을 하게 되

며 정신적으로 피로도가 높아 실수를 쉽게 범하게 된다. 따라서 현장에 근무하는 근로자들이 범하기 쉬운 심리학적 에러를 찾아내어 그 대책을 강구해야 한다.

그러나 반대로 숙련자들은 많은 경험이나 습관에 젖어 자신과잉, 요령에 익숙해서 오류를 범하는 예가 많다. 몸에 익숙한 조작을 하게될 때는 기억의 조합이나 대응 조작을 깊게 생각할 필요가 없는 기억의 생략이나 중단이 되는 경우도 있으며 믿으면 모두 틀리게 동작할 위험성도 생기는 경우가 있다. 숙련자가 명칭한것을 하는 것은 중단회로가 갖고있는 위험성이다.

그 외 현장에서 일상적인 안전활동에서 결함이 되기 쉬운 에러로서 흔히 볼 수 있는 것들은 아래와 같다.

나. 근로자들이 공통적으로 범하기 쉬운 에러

- ① 복잡한 조작은 생략한다.
- ② 작업효율을 저해하는 안전장치는 의도적으로 제거한다.
- ③ 간단하고 깊은 관계가 없는 응급순서는 실시하지 않음
- ④ 고장으로부터 복귀하기 위한 스위치류를 함부로 만지며 회전시킨다.
- ⑤ 심리적 불안상태일 때는 간단한 조작도 불가능하다.
- ⑥ 조작 중에 잘못 조작하여 가져온 결과 중대한 것을 감지하지 못한다.
- ⑦ 움직이고 있는 회전체는 멈추지 않는다.
- ⑧ 운전원은 장치를 정지시키지 않는다.
- ⑨ 시간여유가 있어도 필히 다음 예정업무에 손을 댈다.
- ⑩ 이상이 있으면 모두가 현장에 모인다.
- ⑪ 앞에서 호감이 가면 불안전 조작은 반복된다.

⑫ 안전을 의식해서 행동이 곧 사라진다.

이상과 같이 각종 에러가 근로자들에게 익숙해지면 불안정한 행동으로 탈바꿈되어 쉽게 에러를 범하게 되어 중대사고의 가능성이 될 수 있다. 그러므로 간단한 잘못도 완전히 제거하지 않으면 안된다. 그러기 위해서 과거에 경험한 사고 사례연구에서 인간에러 요인을 찾아보고 재발되지 않도록 대책을 제시해야 할 것이다.

산업안전보건법상에는 법이 정하는 일정규모 및 업종의 유해위험 설비를 보유한 사업장에 대해서 다음 각호의 의무조건을 제시하고 있다.

- ① 유해위험방지계획서, 공청안전보고서 작성 제출
- ② 안전보건진단 및 정기점검을 실시하며
- ③ 안전보건 개선계획 수립 및 시행
- ④ 화학물질의 유해위험성 표시 관리
- ⑤ 화학물질의 유해성 조사 등으로 유해위험요소를

사전에 계획단계에서 중점적으로 도출하여 산업재해방지에 노력하도록 제재를 가하고 있다.

팀의 관리가 서투르면 전체 사기의욕이 저하되고 여러사람들의 점검체크 폭도 좁아져서 생각지도 않던 사고가 발생하는 경우가 있다. 따라서 상호커뮤니케이션이 충분히 있는 후에 작업배치나 작업분배가 이루어져야 한다. 인간의 신뢰성은 한계가 있어 적정하게 유지하기 위해서는 피로나 주의 환기력 등 심신상태나 작업부하정도를 인간공학적으로 측정·평가하여 방지대책 지침서를 현장에 공급할 필요가 있다.

화학공업에서 근로자들의 실수는 폭발, 화재와 직결되므로 휴먼에러 방지에 중점을 두고 산업재해 중에서 휴먼에러에 비중이 높은 것부터 각 기업에서 개선할 수 있도록 하여 기업의 안전문화를 정착시키는 데 노력하지 않으면 안된다.

따라서 폭발, 화재에 관계된 국내외 중요사례에서 구체적인 휴먼에러요인(인지확인미스, 오판단, 작업

기준불비)을 검토하여 교육, 운전작업수칙, 긴급조치 사항, 의식고취 등에 대한 문제대안을 제시하고 반드시 실시하고 지켜야 한다.

제3장 인간의 정보처리 과정과 불안전 행동

가. 정보처리 과정 분석
(판단)

- (1) 지각한 정보의 해석 : 현재의 기억과 대비 : 조작의 결과를 예측
- (2) 기억과 사람의 외적 조건에 의해 영향을 받음
- (3) 기억 = 장기기억(Long-Term Memory) + 단기 기억(Short-Term Memory)
- (4) 사람의 외적 조건 : 선천적, 후천적 영향요인에 의해 형성된 성격, 건강상태, 고민, 피로, 선입관, 직장의 분위기 등 : 「의식의 수준」과 「주의력」을 좌우

여과작용(Filtering)

- (1) 「감각」 또는 「지각」과정에서 「판단」으로부터의 간섭을 받아 필요하다고 생각되는 정보만을 선택적으로 수용

② 사람의 「외적 조건」에 의해 좌우

[전철 작용]

<그림 1> 전철작용

(1) <그림 2> 인간의 동작과정

「지각」한 정보의 중요도에 따라 정보처리 채널을 바꾸는 현상

- (2) 긴급하거나 복잡하고 곤란한 작업(Level ④, ⑤)이 계속될 때 : 긴장 → 피로 → 전철 (긴장의 양극성 : 초능력 vs. Panic)
- (3) 처리하는 정보가 과다할 때 : 일부의 생략 → 전철

나. 동작의 실패

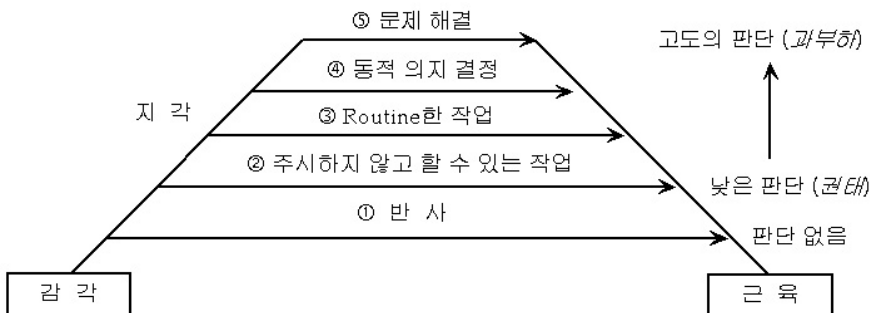
[인간의 동작과정]

<그림 2> 인간의 동작과정

[의식 동작]

(1) 판단의 잘못

- ① 지각의 잘못 (정확한 정보수집 및 전달의 실패) :
감관의 이상



<그림 1> 전철 작용

- Level ① : 반사작용 (「지각」을 통과하지 않음)
- Level ③ : 기 결정된 순서에 따른 Routine한 작업
- Level ⑤ : 미지, 미경험 사태에 대한 대처 (의사결정)

- Level ② : 다른 정보와의 병렬처리가 가능(TimeSharing)
- Level ④ : 추적 작업 (기 결정된 순서 X)

이달의 안전

- ② 지식의 결여
- ③ 정보처리(사고)미숙
- ④ 근육활동의 이상

[무의식 동작]

- (1) 외계의 변화에 대응하는 능력이 없다.
- (2) 최단경로를 거쳐 나타난다.
- (3) 인간은 무의식 동작을 선호하는 경향이 있다.
- (4) 훈련이나 학습을 통해 무의식 동작으로 전철

다. 인간의 안전심리

(1) 인간의 행동

[인간과 환경]

K. Lewin : $B = f(P, E)$,

Where P = Person : Variable ;

E = Environment : Variable.

-P의 구성 요인 : 성격, 지능, 감각운동기능, 연령, 경험, 심신상태 등

-E의 구성 요인 : 가정 직장 등의 인간관계, 운습도, 조명, 먼지, 소음 등의 물리적 환경조건, 설비 등

-행동 B의 안전수준 \geq 직무의 요구수준

[자극과 반응]

-Total Response Time = Reaction Time + Movement Time

-SRT (Simple Reaction Time) vs. CRT (Choice Reaction Time)

-Hick-Hyman's Law : $RT = a + bH$, $H = \log_2 N$

-a : 청각 170 ms, 촉각 1180 ms, 시각 200 ms, 미각 290 ms, 통각 700 ms

[행동의 비대칭성 (Asymmetry)]

-정중선 (Medial Plane) 을 중심으로 좌우대칭 (외견상)

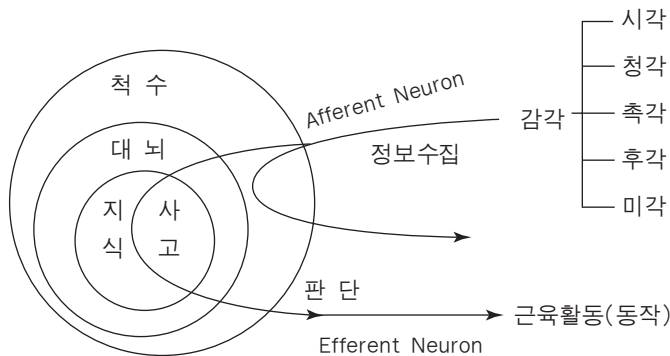
-Weight : 우반신 > 좌반신 (eg 간장)

-일측성 우위현상 (Laterality) : Dominant vs. Recessive Side

(2) 심리적 요인

(표 1)은 재해발생 시점에서 인간이 느끼는 심리를 정리한 것인데 표에서 보듯이 이때 감각기관에 주어지는 실제의 외적인 자극은 많은 경우 인간에 의해 인지되는 심적현상과 일치하지는 않는다.

(3) 부주의의 심리



<그림 2> 인간의 동작과정

(표 1) 재해발생 시점에서의 인간심리

대분류	소분류
-자기는 경험이 있기 때문에 절대로 안전하다고 생각하며 작업을 하였다.	-점검이 불충분하여 기계설비의 돌발사태에 대처할 수 없었다. -작업방법에 잘못이 있다고 느끼지 못했다. -이상한 상태에 정신을 차리지 못했다. -이상한 상태를 느꼈으나 적절한 방법을 취하지 않았다.
-다소 위험을 느꼈으나 염려없다고 생각하며 작업을 하였다.	-(규정대로 하게 되면)작업이 까다롭다. -(규정대로 하게 되면)작업이 귀찮다. -자기의 기능을 믿고
-실제는 위험하였으나 그 때는 위험하다고 느끼지 못했다.	-경험이 없으므로 위험을 느끼지 못했다. -언제나 하던 작업이므로 익숙하기 때문에 그다지 위험하다고 느끼지 못했다. -이제까지 몇 번이나 작업을 하였으나 아무일도 없었다.
-위험을 의식하지 않는다.또는 예상하지 않고 작업을 하였다.	-특히 즐거운 것.염려가 있었기 때문에 -외적 조건에 이목을 빼앗겼기 때문에 -작업을 서둘러 하였기 때문에
-너무나 단순한 작업이므로 반사적으로 작업을 하였다. -자기의 작업방법은 옳았으나 제3자의 과오 때문에 일어났다.	-작업에 쫓겨서 하였기 때문에 -바른 방법이었으나 실수하였다. -공동작업 중에 동료에 의해서 -단수작업 등에 제3자에 의해서 -자기의 작업과 관계없는 기계, 설비에 의해서

[주의력의 특징]

-선택성

-방향성 : 시선의 초점이 맞는 곳이 주의력이 높다.

-변동성 : 일정 수준의 주의력을 계속 유지할 수 없다.

-일점집중성 (Focused Attention)

[부주의 (Inattention)]

-주의가 저하되거나 산만해지는 현상 (주의의 반대는 아님)

-부주의란 결과이다.

-부주의에는 원인이 있다.

-주의와 유사한 현상 : 착각, 지능의 부족에 기인한

동작의 실패

라. 주의력과 대뇌의 활동

이달의 안전

- ① 의식의 작용정도 = 의식수준의 고저정도 → 뇌파의 파형
- ② β 파 (활동파): 뇌세포가 활발하게 활동, 풍부한 정신기능을 발휘
- ③ α 파 (휴식파): 뇌세포가 안정 상태
- ④ θ 파 :의식의 둔화, 에러유발
- ⑤ 방추파 :수면 상태

단계	의식수준	주의의 작용	생리적 상태	신뢰성
0	무의식, 실신	zero	수면, 뇌발작	zero
I	의식수준의 시작	부주의 현상	단조, 흥분 억제	0.9이하
II	의식수준의 발달	주의의 집중	안정기거, 휴식시, 정례 작업시	0.99 ~ 0.9999
III	Normal, clear 상쾌한 상태	Active, 전향적 주의폭도 넓다.	적극 활동시	0.9999이
IV	Hypernormal, Over-Excited	1점에 집중, 판단정지	긴급방위 반응, 당황	0.9이하

단계 I

- (1) 눈앞의 신호, 정보를 빠뜨린다. 무관심하다. 오인한다.
- (1) 귀찮은 기분이 앞서 점검, 확인을 생략한다.
- (P) 지시, 연락사항을 까맣게 잊는다.
- (D) 눈앞의 사건에 안이하게(상황이나 결과를 생각하지 않고) 손을 내 놓는다.
- (D) 감정적으로 난폭하게 취급한다.
- (D) 빨리 작업을 중단한다.

단계 II

- (1) 예상치 않은 사태에 말려들어(예측부족) 확인하지 않고 인지를 잘못한다.
- (1) 예측과잉
- (1) 지레짐작, 틀리게 읽는다.
- (P) 위험하다고 알고 있으면서 그 순간 위험을 잊는다.
- (P) 확인할 필요가 없어 확실하다고 믿고 점검을 하지 않는다.

반응특성: 성공하였기 때문에 이번에도 틀림없다. 예상치 못한 사태가 나타나는 여러가지 행동 특성중 대다수 정반대의 결과를 초래한다. 즉, 오히려 안전하지 않는

- (1) 부능적 행동
- (P) 동조행동
- (3) 순관적 행동
- (P) 위험 작업 (Risk taking) 이라 수준을 빠뜨린다.
- (D) 잠깐을 기다리지 못하고 다른 일에 손을 대 시 사수질한다.
- (P) 함몰현상에 관해서 거침이 없다. 선 것일수록 더 잘 운동 추구한다. 등의 심리적 특성을 보면 다음과 같이 상당히 특색 있는 경향이 보여진다.
- (P) 질차적으로 손이 나온다. (의처)에 대한 억제가
- (3) 각각의 운동 기능

이러한 현상판례지

육체적 활동중의 서두름이나 생략 행위에 해당하는 단계 I 심리적 활동으로 최후에너지에 의해 어느 목적에 다른 시가의 적합 상황의 급변으로 즉시 판단을 할 수 없도록 하는 "간헐성의 원리"에 의해 나타나는 심리적 현상이다.

(P) 한 쪽의 고장 수리에 열중하다 시간경과를 잊

어 시동이 늘어진다

(P) 작업 과제가 복잡하여 생각에 잠긴다.
 > Layer 의 착시

단계 V

(I) 눈앞의 돌발 사태에 1점 집중하여 다른 정보를 무시한다.

(P) 과도한 긴장, 흥분 때문에 판단불능이 된다.

(P) 화가나고 공포 때문에 냉정한 판단을 할 수 없다.

(D) 무목적, 무의미한 동작을 반복한다.

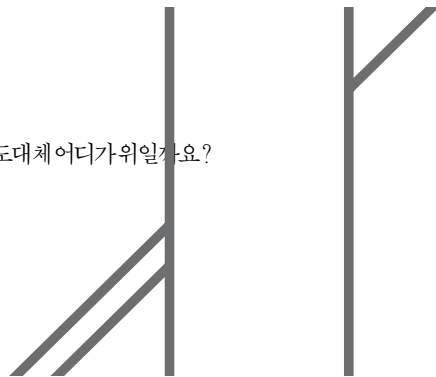
▶ 위의 두선중에서 어느것이 위쪽선의 연장선일까?

▶ 아래쪽선의 연장선입니다. 못 믿으시겠으면 자대규 확인해 보세요

>수평, 수직 착시

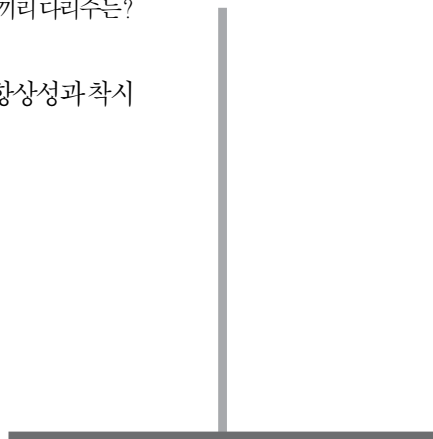
>이상한 그림

▶ 도대체 어디가 위일까요?



▶ 코끼리 다리수는?

>항상성과 착시



▶ 어느것이 더 길어보이나요?

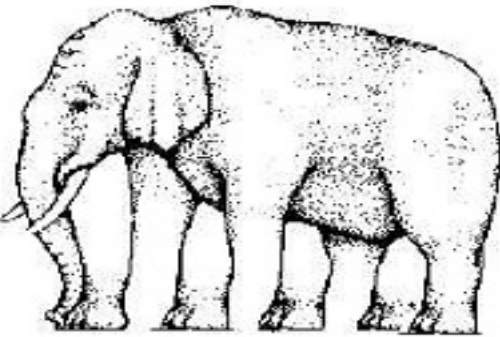
▶ 실제적으로 길이는 같습니다.

이달의 안전

▶ 우하단의 작은 사람과 홀중앙의 작은 사람은 같은 망막상의 크기를 지니고 있다



기
와
라
것



▶ 실실석석도 눈 앞의 세라민반이 존재합니다

제4장 불안전 행위의 배우 요인



$$\text{기억률} = \frac{\text{최초기억에}_\text{소요된시간}}{\text{최초에기억하는데소요된시간}} \times 100$$

「망각곡선」: 시간의 경과와 함께 잊혀지는 비율이 완만해진다.

- ② 소질적 결함이 있을 때 간질, 말뚝잠(Narcolepsi), 심장질 환등의 개인적 특발성 질병
- ③ 주변적 동작: 일부 동작의 수행에 주의가 집중되면서 다른 동작이 습관적으로 이루어지는 경우
⇒ 주위 상황을 인식하지 못하므로 일제의 위험에 대처하기 어렵다
- ④ 의식의 우회를 보일 때: 작업자의 요구에 관심이 어느 것으로 몰리면 그 외의 것이 의식되지 않는다. (예: 공상, 회상)
- ⑤ 걱정거리
- ⑥ 무의식 행동
- ⑦ 위험감각(거의 의식)
- ⑧ 지름길
- ⑨ 생략 행위(규정위반)
- ⑩ 억측: 주관적 판단이나 희망적 관찰에 의거하여 확인없이 행동하는 경우

⑪ 착오

⑫ 성격

주의 이탈성: 주의가 산만

불안정성: 주의 전환에 집중할 수 없는 경우의 세 후 원인

- | | |
|------------|------------------|
| 1) 집단 의지성 | 규칙이 습관을 받아들이기 어렵 |
| 3) 태도(의욕) | 2) 외적 요인 |
| 4) 안전의 불감성 | 타인을 의식하지 않음 |

-고통감이상성: 고통을 염두에 두지 않음

-자기 과신성

-사회 부적응성

② 생리적 요인

① 피로: 육체, 정신적 작업의 반복과정에서 작업능

률이 저하되는 현상

ⅰ) 능률의 저하

ⅱ) 생체의 타각적인 기능의 변화

ⅲ) 피로의 자각

ⅳ) 피로요인

-작업내용

-작업환경

-근로에 대한 적응능력과 습속

ⅳ) 피로대책

-작업부하의 경감

-정적동작의 제거

-작업속도의 조절

-근로 · 휴식 시간의 조절

-작업환경 요소의 정비

-목욕, 가벼운 체조

-충분한 영양공급

-영양제의 보급

-작업의 시간의 적정사용

-충분한 수면

② 영양과 에너지 대사

에너지 대사율 (Relative Metabolic Rate=RMR): 노동강도의 단위

$$\begin{aligned} \text{RMR} &= \frac{\text{노동대사량(작업시 필요로 하는 칼로리)}}{\text{기초대사량(생명유지에만 필요한 칼로리)}} \\ &= \frac{\text{작업시 소비 칼로리 - 휴식시 소비 칼로리}}{\text{기초대사량}} \end{aligned}$$

나. 외적(환경적) 요인

(1) 인간관계 요인

(2) 설비적(물적) 요인 : Fool-Proof

구조(재료, 강도 등) 기능(가동상태, 성능 등) 외관(모양, 위험부의 덮개 등) 작업성(부품배치표시, 조작의 용이성 등) 보전성(점검 정비의 용이성, 횡수 등) 신뢰성

등

(3) 작업적 요인

① 작업 방법적 요인

-작업자세

-작업속도

-작업강도

-근로시간

-휴식시간

ref) Work-Rest Cycle

$$\text{R분} = \frac{60(E-5)}{E-1.5}$$

-작업의 평균에너지 상한가 = 5kal/분

㉞ 작업의 평균에너지가

② 작업 환경적 요인

-작업공간

-조명

-색채

-정리 · 정돈

-소음

(4) 관리적 요인

① 교육훈련의 부족

② 감독, 지도 불충분

③ 적정배치 불충분

제5장 불안전 행동의 원인

가. 안전하고 옳은 방법을 모르기 때문에(1차원인)

(1) 가르치지 않았기 때문에(2차원인)

(2) 가르쳤으나 기억을 하지 않았기 때문에

① 가르치는 방법이 나빠서

② 교육의 내용이 어려워서

③ 개인적으로 소질이 낮아서

④ 기억하려는 의욕이 없었기 때문에

⑤ 잊었기 때문에

① 안전에 대한 의식이 천박하기 때문에

② 적절한 계몽이 결여되었기 때문에

③ 소질적으로 결함이 있어서

- 나. 안전하고 옳은 행위를 할 수 없기 때문에
- ① 상태적으로 원래 할수없는 경우
 - ① 작업에 필요한기능이 미숙하기 때문
 - ② 기능에 비해 작업이 어렵기 때문에
 - ③ 작업의 양이 능력에 비해 과다하기 때문에
 - ④ 공동작업에서 팀의 편성이 나쁘기 때문에
 - ② 상태적으로 하고 있으나 그순간에 한하여 할수 없었던 경우

- 다. 할 수 있는데도 하지 않았기 때문에
- ① 자신과잉 ② 주위의 영향
 - ③ 피로한 경우 ④ 직장의 분위기

- 라. 재해빈발자 (Accident-Prone : 사고뭉치)
- ① 재해빈발자 또는 사고빈발경향자의 개념
 - ② 재해를 일으키기 쉽고, 또는 몇번인가 사고를 일으킨 사람들
 - ③ 재해빈발자 개념의 문제점
 - ① 재해빈발자를 사전에 판별할수있는가
 - ② 재해빈발자의 선별이 근로자의 복지보다는 안전성적의 향상만을 목적으로 하지는 않는가
 - ③ 재해빈발자로 선별된 사람들을 위한 조치가 충분인가
 - ④ 유의점
 - ① 인간의 대응능력에는 한계가 있다.
 - ② 개인차는 무수의 신체적 요소와 정신적 요소의 종합결과이다.
 - ③ 인간의 능력 발휘 정도는 개인의 심신의 건강상태에 따라 변화한다.
 - ④ 인간의 능력 발휘 정도는 환경에 따라 변화
 - ⑤ 인간의 신체적 정신적 결함의 많은 부분은 교정이 가능하다

- ⑥ 재해빈발자의 신체적 정신적 결함의 공통점을 찾을 수는 있으나 반대로 그 경향의 사람이 재해를 일으킨다고는 할수 없다.
- ⑤ 중복재해경향
- ① 기회설 : 직무의 특성상 위험에 노출되는 기회가 많아서 ⇒ 교육과 작업환경 개선이 필요하다는 설
- ② 암시설 : 재해를 겪는 사람의 대응능력이 열화되어서 ⇒ 자라보고 놀란 가슴 솥뚜껑 보고 놀란다.
- ③ 재해빈발 경향자설 : 근로자 중에 소질적 결함자가 있다는 설
- ⑥ 재해빈발자의 유형
- ① 미숙성 빈발자
- ② 상황성 빈발자
- ③ 습관성 빈발자
- ④ 소질성 빈발자

제6장 Human Error 예방의 개선

가. 개선의 중요성

Human Error 예방을 위해 현장의 불필요한 낭비를 줄여야 한다.

이 처럼 개선의 중요성을 인식시켜 가는 과정을 밟는다.

나. 동작개선 포인트

각종 동작 개선을 하기 위하여 크게 사람의 동작, 설비의 배치, 기구의 설계로 구분하여 동작의 경제원칙을 적용해 보고 개선 포인트를 찾고자 하였다.

- (1) 사람의 동작에 대하여
 - ① 양손은 반대 또는 대칭 동작을 하도록 고려한다.
 - ② 신체의 운동부분을 가능한 작은 범위로 한다.
 - ③ 운동 방향을 바꾸거나 구속하지 않도록 궁리한다.
 - ④ 부자연스러운 자세나 몸의 중심을 상하로 움직이는 운동은 피한다.
 - ⑤ 동작이 리듬있게 되도록 순서를 고려한다.
 - ⑥ 작업중에 생각하거나 주의하는 일을 가능한 피

하고, 무조작으로 작업을 할 수 있도록 고려한다.

① 작업시의 무상태와 관련한 낭비를 제거하기 위하여는 어떻게 할 것인가?
 ① 행선다 재물은 뒤정된 장소에 둔다.
 ② 구절된 곳이라 작업자의 앞쪽 가까이 가장 좋은 장소에 놓는다.
 1. 다. 앞쪽에 장수를 할 수 없을 때에는 동작하 다른 위치로 조퇴를 없애는다.
 2. 불편한 신변 가까이 둔다.
 3. 작업이 끝나면 손을 떼는다.
 ③ 물건을 이동할 때는 상하로 움직일 것이 아니라 가로 방향을 위한 현상요를 철지한다.
 ④ 작업이 종료되면 배치한다. 중력을 이용하는 것 손잡이 등기를 갖게 한다.
 ⑤ 작업이 종료되면 안된다.
 ⑥ 팀워크를 위하여 생활에 관한 조언을 한다.
 ④ 작업 선질에 따라서는 작업자의 신장에 적합한 안전 수갑을 착용하게 한다.
 ⑦ 안전 수갑을 착용하게 한다.
 의지를 제공하고, 입좌(세우거나 앉게 하는) 교체

적으로 하여 기분 전환을 피한다(작업자를 부동작이 아닌 잡작업이 될 수 있는 것인(인원)은 어떤 점을 생각해 학습완화? 조명을 고려한다.
 ① 표준작업은 준수하게 한다.
 ② 작업 전 카를 만드거나
 ① 한으로 채로 다거나
 3 동작경계인원 직을 가르친다.
 ② 서중에 판매되는 거구를 무조건 사용하지 말고 작업에 적합한 기구를 고안해 낸다.
 ③ 두 개 이상의 기구를 교대로 빈번하게 사용해야 하는 작업은 이것을 하나로 통합한 조합형 공구로 작업할 수 있도록 고려한다.

다. 개선에 대한 도전

일상적인 생산 활동에 익숙해져 있는 생산현장에 혁신을 위한 개선의 씨앗을 뿌리고 결실을 거두는 일은 대단히 힘든 일이다.

그것은 의식 차원의 개혁을 필요로 하기 때문일 것이다. 어제까지 잘해왔던 작업이나 업무 방식과는 다른 행동을 취해야 한다. 바로 여기에 개선의 어려움이 있기 때문이다. 이를 위해서는 **Mute**이 높은 직장을 만들어야 한다.

- ① 좋은 인간관계를 만들어 주는 인사
- ② 명쾌하고 밝은(활기찬) 동작
- ③ 5C의 철저 : (정리 · 정돈, 청소 · 청결, 복장단정, 점검확인, 전심전력)
- ④ 높은 개선 목표

(1) 개선 사항

- ① 개선에 과거는 없다. 지금 불합리하다고 생각한 것에 곧바로 손을 댈다.
- ② 안된다는 생각을 버리고 하겠다는 생각을 하라! 그렇게 해야만 지혜도 생겨난다.
- ③ 정해진 것은 지켜라! Rule속에서 그다음의 낭비

가보여진다.

- ④ 문제를 겁내지 말라! 현장에서 발생하는 것은 현장에서 해결하자!
- ⑤ 이왕 할 바에는 철저히 2~3년을 지속시킨다.

◀ 쾌적한 작업조건을 제공하여 불안정한 요인을 개선한 사례 ▶

효율적인 작업을 위한 작업대

1. 효율적인 작업대는 다음을 고려하여 최적의 작업대를 제공한다.

- 근로자가 작업하기에 불편이 없도록 할 것
- 작업에 의한 피로가 최소화될 것
- 작업 능률이 최대화될 것
- 작업물 및 작업자에 따라 조정 가능할 것
- 자주 사용되는 표시부는 눈으로부터 50~70cm의 거리에 눈 높이로부터 10~30° 부분에 부착할 것

2. 제품 취급 작업대 개선 사례

(현황)

경사 슈트에 의해 냉각 드럼에서 내려온 제품(10kg)을 다음 공정으로 보내기 위해 작업자는 허리를 굽혀 들어 올려야 하기 때문에 작업성이 떨어지고 요통의 우려가 큼

(개선내용)

슈트의 끝단에 제품을 세우는 작업대를 설치

하여 슈트에서 내려온 제품이 작업대 끝단에 왔을 경우 제품 자중에 의해 세워지고 제품 운반시 작업대는 뒷쪽주의 자중에 의해 원상태로 될 수 있도록 개선

(개선효과)

허리를 숙이지 않고 운반 작업이 가능하므로 요통 재해요인 개선, 운반작업이 원활함으로 작업성이 향상됨

제7장 인관과오(Human Error) 방지대책

인간과오를 줄이기 위한 대책은 크게 2가지로 나눌 수 있다. 첫째, 인간과오를 줄이기 위한 인적요인 개선 대책이다. 둘째, 인간과오를 줄이기 위한 기계적 대책이다. 인간과오를 줄이기 위한 인적요인 개선 대책은 크게 2가지로 나눌 수 있다. 첫째, 인간과오를 줄이기 위한 인적요인 개선 대책이다. 둘째, 인간과오를 줄이기 위한 기계적 대책이다.

2 조명 시설 설치시 고려사항은

1. 작업장 조명 개선 대책

- (1) 작업장의 특성을 고려하여 부적격자를 배제
- (2) 작업장 조명 조도를 확보하여 의사결정 시 충분히 고려할 수 있도록 한다
- (3) 작업장 조명 조도를 확보하여 의사결정 시 충분히 고려할 수 있도록 한다
- (4) 광원에 의한 빛을 차단한다
- (5) 조도 측정기 부품을 정기적으로 점검한다
- (6) 작업장 조명 조도를 확보하여 의사결정 시 충분히 고려할 수 있도록 한다
- (7) 시간외 근무자를 고려

• 눈부심을 피할 것
 • 구멍, 틈, 균열, 먼지 등을 제거하여 Fool Proof Error가 발생해도 최악의 사태에 대비하는 Fail-Safe 등이 있다
 • 밝게 있는 램프를 사용하여 눈부심없음

다. 설비적 위험차별 기구 및 후유연에 대한 대책

4. 철저한 배관 및 설비
 • 작업 재료에 따라 배관관 색깔을 달리 하여 헤리틱 또는 시리틱 특성에 원인이 있다. 설비 및 작업환경 적인 요인에 대한 대책을 수립할 때, 설비나 시스템 설계 시는 반드시 인간이 개재하고 사용하는 것을 전제로 하는 것이 인간적인 요인이 관련되는 배관관 색깔을 달리 하여야 한다. 또한 작업자를 관리하는 회백색 및 감독자는 작업자 자신에게 주는 것을 항상 고려하고, 그들의 인적인 요인이 인관과오를 유발하지 않도록 설비 개선, 작업 환경 개선, 작업순서를 다시 재고하여야 한다. 설비 및 작업환경적인 대책을 요약하면 아래와 같다.

(1) 위험요인의 제거
 회전하고 있는 기기(모터, 콘베이어 벨터 등)나 절삭에 사용하는 기기 등에는 작업자가 부주의하게 손을 뻗어서 상처를 입을 수 있는 환경이라면, 손이 닿지 않는 어떤 장치를 하거나, 미끄러지지 않는 장치 등의 대책을 세워야 한다. 생각지도 않는 곳에서 예상도 하지 않은 행동을 할 경우가 있으므로 철저하게 위험요인을 찾아내어 대책을 세우는 것이 바람직하다.

(2) 폴푸르프(Fool Proof) / 페일세이프(Fail Safe)
 인간은 작업 중에 잘못을 하는 대책이 필요하다. 손을 뻗으면 전자식 감응장치의 기능이 작동하거나 커버를 벗기면 모터가 정지한다. 또한 누름버튼과 같이 양손으로 조작하지 않으면 작동하지 않아 손을 내밀 수 없다든가, 혹은 절삭기의 버튼이 기계의 뒷면에 있어서 완전히 신체와 떨어지게 하는 것 등을 들 수 있다.

산업용 로봇의 경우 인간과 기계사이를 격리시키는 것이 원칙이며, 주위를 둘러싸고 있는 방호울, 안전플러그, 안전매트, 기계적정지장치 등에 의하여 주로 설비측의 대책을 중시하는 것이다.

항공기나 열차 등에서는 시스템의 감시시스템이나 관제시스템, 듀얼컴퓨터에 대한 백업시스템, 각종 고

도기거나 센서시스템에 의한 지원시스템에 의하여 안전이 확보되어지고 있다.

자칫 잘못하면 범하는 Miss나 과실을 방지하는 혹은 그로 인해 일어나는 불이익을 줄이기 위한 연구·실수 예방장치로 흔히 FP라고 부르기도 한다.

본래는 안전관리분야에서 생김 언어이며, 벨트·기어·프레스 등에 자칫 잘못하여 손이나 신체 등이 부상당하지 않도록 안전한 커버를 부착하거나, 설비의 파손이 생기지 않는 Fail-Safe, Fail-Soft 등의 구성을 뜻했다.

그러나 지금은 품질불량방지나 신뢰성 향상면에서도 인적인 실수로 인한 불이익을 철저히 없애기 위하여 많은 생산현장에서 사용되고 있다.

기본적인 사고방식으로는 다음의 2가지가 있다.

누가 하더라도 절대로 잘못되는 일이 없는 자연스러운 작업으로 한다.

만일 잘못되어도 그것을 깨닫도록, 그리고 영향이 나타나지 않도록 한다.

예를 들어 조립 부품시 누락이 없도록 List를 만들어 두는 것은 1에 해당하고, 조립하는 동작을 리미트 스위치가 달린 세트렌치로 검출해서 횟수가 부족하면 경보기(벨)가 울리거나 혹은 Line이 Stop하는 것은 2에 해당한다.

주의하고 있으면 Miss는 없어지겠으나 바쁘니까, 힘드니까 실수를 범하는 것은 어쩔 수 없다는 사고방식을 갖는다면 Miss는 줄지 않는다.

철저한 FoolProof의 실시 FP화로 실수의 확실한 재발방지를 해야 한다.

③ 정보의 피이드백

시스템 상황이 손에 잡힐 수 있는 것과 같이 명확하게 알 수 있도록 정보의 피드백이 필요하다. 특히, 대형 시스템에서는 시정수가 커지기 쉬우므로 조작자의 조작에서 무엇이 어떻게 되어 있는지를 알 수 있도록

하는 것이 바람직하다. 지금으로부터의 경향에 관한 예지정보라 할 수 있는 가공정보의 제공이나, 시스템 내부를 이해하기 쉬운 정보의 제공 등이 바람직하며 그런 의미에서 조속히 인공지능의 활용이 요망된다.

④ 정보 시스템의 정비

필요한 행동에 대한 예고경보나 과오에 대한 조치의 정보를 제공하는 것이 바람직하다. 단, 과다정보는 바람직하지 못하며 오히려 혼란을 초래할 수도 있다

⑤ 재중의 선호도 활용

설계를 할 경우에는 일반적으로 관습이나 많은 사람이 공통적으로 좋아하는 것을 적합하게 한다. 다이얼은 시계주위에, 스위치는 점등이 위쪽을, 소등이 아래쪽을 누르게 한다. 포인터와 다이얼의 움직임의 일치 등 많은 것의 배려가 필요하다.

⑥ 시인성

가령, 밸브를 많이 나열하거나 계기나 콘트롤러를 나열하여 배치하면, 이것은 인간에게 있어서는 특정한 것을 찾아내기 힘든 조건이 된다. 인간은 한번에 8개 정도만 판단할 수 있다는 것을 고려하여, 위치나 크기를 변경시키거나, 착색을 하거나 하는 것 등 변화를 시켜 시인성을 좋게 하는 연구가 필요하다.

⑦ 인체 측정치의 적합화

인간이 접촉하거나 관여하거나 하는 것으로서 인체의 크기에 적합한 것이어야 한다. 기기나 콘트롤러의 크기, 높이, 시선의 각도, 힘 등을 고려함이 바람직하다. 손가락이 들어가지 않도록 하는 것 등으로 인체의 크기를 고려하는 것도 중요하다.

다. 인적 요인에 대한 대책

① 작업에 관한 교육훈련과 작업전 회의

작업내용을 숙지시켜 조작의 기본을 교육하여야 한다. 또한 시스템 내부에 대해서도 충분한 지식을 가지고 있어야 한다. 작업직전에는 순서, 예상되는 위험요인 등에 대한 소집단 회의 등을 통하여 정확하고 안전

한 작업을 수행 할 수 있도록 작업의 매뉴얼을 작성한다.

② 작업의 모의훈련

사고에 가까운 체험을 하면서 안전지식을 몸에 베도록 하는 수단으로서 모의훈련이 있다. 실제로 사고를 체험하는 대신에 컴퓨터 등으로 모의적 장면을 제시하고 조치의 훈련을 실시하는 방법이다.

③ 소집단 활동

작은 집단을 만들어 다같이 대화를 하면서 순서나 안전의식을 향상시키는 활동을 말하며, 특히 안전에 서는 위험예지활동이 있다.

라. 관리적 요인에 대한 대책

안전은 의식에서 상당히 많은 영향을 받는다. 이러한 의미에서 안전에 대한 관리적 요인이 다른 어떠한 요인보다 중요한 의미를 가지고 있다.

(1) 분위기 조성

안전에 대한 중요성을 인식시키는 분위기를 조성하여야 한다. 또한 사기를 함양하여 인간관계를 좋게 하여 의사소통이나 상사와의 연결을 원활히 하여야 한다.

② 설비 · 환경의 안전 개선

인간의 특성으로부터 설비, 작업환경, 시스템의 결함 등 문제점을 조직적으로 분석하고, 나아가서 개선에 대한 노력을 하여야 한다. 인간과오는 인간측면에만 책임을 전가하지 않고 설비 · 환경 측면에서의 개선이 병행되어야 한다. 