

KOSHA GUIDE

G - 120 - 2015

인적에러 방지를 위한 안전가이드

2015. 11

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

o 작성자 : 서울과학기술대학교 안전공학과 정재희, 권영국

o 제 · 개정 경과

- 2015년 11월 산업안전일반분야 제정위원회 심의(제정)

o 관련규격 및 자료

- Improving maintenance - a guide to reducing human error, HSE, 2000
- 산업안전보건용어사전, 한국산업안전보건공단, 2006
- 안전보건기술지침 「인적 인적에러와 행동에 대한 안전보건 가이드」

o 관련 법규 · 규칙 · 고시 등

- 「산업안전보건법」 23조(안전조치), 24조(보건조치)

o 기술지침의 적용 및 문의

- 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지(www.kosha.or.kr) 안전보건 기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
- 동 지침 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2015년 12월 7일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

인적에러 방지를 위한 안전가이드(안) 제안개요

I. 제정이유

이 지침은 작업자의 인적 에러로 발생할 수 있는 상해 및 질병 등을 사전에 예방하여 작업의 효율성을 높이고 불필요한 비용을 줄일 수 있는 기술적 사항을 제공하기 위함.

II. 제정(안)의 주요내용

1. 이 지침은 다음의 기존 기술지침을 통합한 제정(안)임
 - G-16-2011 보수작업시 인적에러방지를 위한 안전가이드
 - G-22-2011 인적에러와 행동에 대한 안전가이드
2. 이 지침의 주요 내용은 다음과 같음
 - 인적오류의 종류(실수, 규칙위반)에 대해 규정함
 - 인적오류의 원인(작업에 의한 원인, 작업자에 의한 원인, 조직과 관리에 대한 원인)에 대해 규정함
 - 인적오류의 결과(능동적 실패, 잠재적 실패)에 대해 규정함
 - 인적 오류의 방지대책에 대해 규정함
 - 인적에러를 줄이기 위한 방안에 대해 규정함
 - 보수작업 시 인적 에러 방지대책에 대해 규정함
3. 주요 수정, 변경 내용은 다음과 같음
 - 목적 및 적용범위를 통합하고, 이를 수정함
 - 지침에서 사용되는 용어에 대해 정리하고 이를 보완함
 - 인적오류의 종류에 대해 재정립함

인적에러 방지를 위한 안전가이드

1. 목 적

이 지침은 작업자의 인적 에러로 발생할 수 있는 상해 및 질병 등을 사전에 예방하여 작업의 효율성을 높이고 불필요한 비용을 줄일 수 있는 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 사업장에서 근로자 및 관리자에게 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “인간공학(Human factor)”의 정의는 넓게는 사람이 특정 환경, 제품과 서비스와 관련하여 사람이 육체적 정신적으로 어떻게 행동하는가에 대한 학문이며, 좁게는 사람과 사람의 행동에 영향을 미치는 인자들을 말한다. 하지만 인적에러와 관련한 인간공학의 의미는 사고의 원인이 사람인 경우를 살펴보고, 인적원인을 작업, 작업자 및 조직의 세 가지 측면에서 검토해 보는 것이다.

(나) “인적 에러(Human error)”라 함은 사람이 원하는 목표를 성취하기 위해 계획된 행동이 실패한 것을 말한다. 인적 에러는 과실 또는 오수행(Slip), 망각 또는 건망증(Lapse), 조작실수(Mistake) 및 규칙위반(Violation)으로 구분된다.

(다) “과실이나 오수행(Slip)”이라 함은 작업에 대한 주의집중의 실패를 말한다.

(라) “망각이나 건망증(Lapse)”이라 함은 작업에 대한 기억의 실패를 말한다.

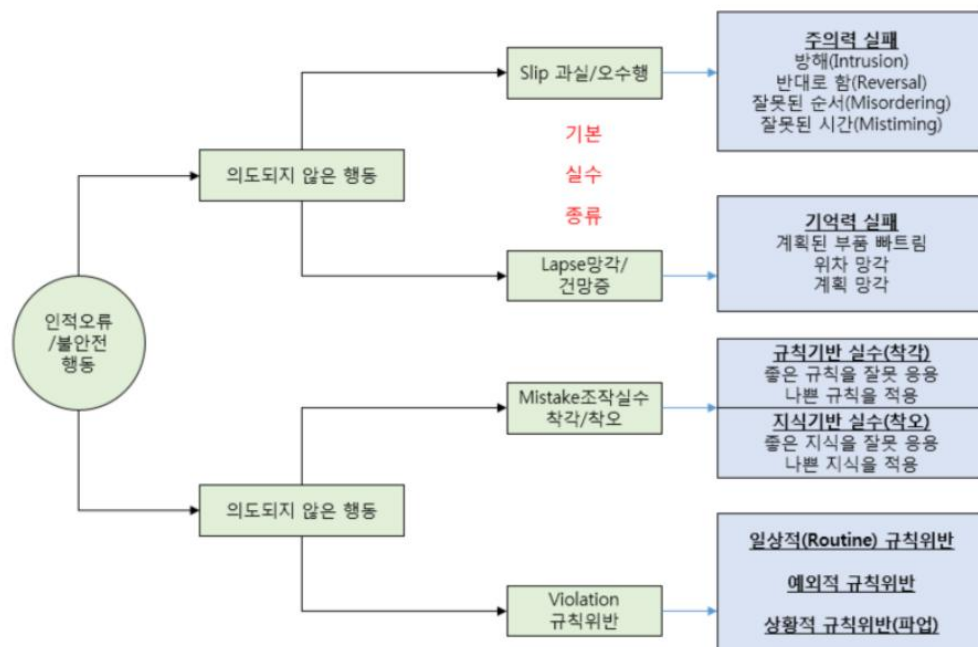
(마) “조작실수(Mistake)”라 함은 잘못된 추론, 부주의, 부족한 지식 등으로 규정이나 절차를 잘못 이해하여 한 행동이나 판단을 말한다.

(바) “규칙위반(Violation)”이라 함은 규정이나 절차를 위반한 계획적인 일탈행위를 말한다.

(2) 그 밖에 이 지침에 사용하는 용어의 정의는 이 지침에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙 및 관련고시에서 정하는 바에 의한다.

4. 인적 오류의 종류

인적 오류 또는 불안전한 행동의 종류는 <그림 1>과 같이 구분할 수 있다.



<그림 1> 인적오류의 종류

인적 오류의 예는 <표 1>에서 제시한다.

<표 1> 인적 오류의 예

인적 오류		예 시
의도되지 않은 행동	과실/오수행 (부주의에 의한 실수)	화학반응에 의해 유사한 이름을 갖는 두 개의 물질이 제조된다. 각각의 물질은 알칼리도를 유지하기 위해 무기성 성분이 들어 있어야 한다. 매 반응마다 화학 성분의 비를 다양하게 바꾸기 위한 개발작업이 진행중이었다. 어떤 화학자가 필요한 무기성 성분의 양을 계산하는데 있어 부주의로 유효자리수를 바꾸어 넣었다. 이의 결과로써 어떤 반응이 필요한 성분 양의 70%로 수행되었고, 발열반응이 생겼다. 이에 따라 폭발이 일어났고 제조공장이 파괴되었다. 이러한 결과는 예상하지 못한 화학반응에 대처하는 장치설계와 계산과정을 검토하는 체계가 갖추어지지 않았기 때문이다.
	망각/건망증	경험이 많은 급유차 운전자가 가연성 액체탱크로부터 급유를 거의 마쳐갈 때 옆에 있는 전화기에서 벨이 울렸다. 급유하는 것을 무시한 채 운전자는 주유장치의 여러 밸브들을 잠그고, 약 5분 동안 전화 받으러 갔다. 주유장치로부터 주유 호스를 분리시키는 것을 잊어버린 채 자동차로 돌아와서 시동을 켜고 주행하였다. 장치에 고정된 배관망이 부식지고 가연성 액체 1톤 가량이 쏟아졌다. 주유중인 자동차가 운전할 때를 대비하는 보호장비가 주유장치에 마련되어 있지 않았다.
의도된 행동	조작실수-착각	작업자는 탱크에 연료를 채우는 작업에 매우 익숙하다. 그는 채우는 작업이 30분 정도 소요될 것이라 예상했다. 그러나 탱크에 연결하는 파이프는 직경이 큰 것으로 교체되어 예상보다 빠르게 탱크를 채웠다. 그는 탱크가 빨리 채워지고 있음을 알리는 수위 높음 경고를 무시했다. 그 결과 탱크는 넘쳤다. 장치가 일부 교체된 사실을 작업자가 알 수 없었던 정보전달체계 때문에 위험이 발생했다.
	조작실수-착오	터널의 붕괴사고 후의 조사에서 터널이 불안정해 졌을 때 원인 조사를 하는데 있어 검사 장비에 의존하지 않고 한 사람의 경험에 의존했다는 것이 밝혀졌다. 경험에 의존하는 것은 실질적으로 전문가가 알고 있는 바에 따라 조사가 이루어지기 때문에 예상치 못한 대규모 붕괴를 막는데는 적합하지 않았다. 전문가는 터널 조사를 위한 보다 신뢰성 있는 장비를 사용해야 했다.
	일상적 규칙위반	어떤 철도 사고는 규정된 방법을 따르지 않아 발생했음이 조사 결과 밝혀졌다. 허술한 감독과 훈련이 되풀이 되었음이 드러났다. 철도회사의 연구보고서에 따르면 80%의 작업자는 규정에 따라야 하는 것에 불만을 가지고 있었으며, 95%의 작업자는 모든 규정을 따른다면 작업을 제 시간에 완료할 수 없다고 생각했다.
	상황적 규칙위반	작업자가 지상 20 m 높이에서 건설 중인 구조물에서 떨어져 사망했다. 작업 설비들은 제공되었다 할지라도 그를 잡아줄 안전대 등 보호구가 없었고 작동되는 안전보호장비도 없었다.
	예외적 규칙위반	체르노빌 원자력 발전소에서 사고가 있기 전에 일련의 검사가 시행되었다. 인적 오류가 위험한 저전력 상태를 야기하여 시험은 중단될 수 밖에 없었다. 체르노빌 원자력 발전소에서처럼 검사가 중단되지 않기 위해 작업자와 기술자는 점차 불안정해지는 상황에 즉각적으로 대처할 수 있어야 했다.

4.1 에러

의도되지 않은 행위 혹은 결정으로 바람직하지 않은 결과를 초래한다. 작업 환경에 의한 스트레스, 고열과 소음 및 진동, 빈약한 조명, 습기, 제한된 작업공간 등에 의해 에러를 유발시킬 수 있으며, 여기에 높은 작업 강도와 단조로운 작업성격, 적절한 훈련의 부재와 부실한 장비도 에러를 유발하는 요인이다. 에러는 단순에러와 복합 에러로 나누어진다. 단순 에러는 행위의 과실과 망각, 복합 에러는 착각과 착오로 구분된다.

(1) 단순에러

행위의 과실(오수행)과 망각(건망증)으로 구분된다.

(가) 과실/오수행(부주의에 의한 손실)

작업 수행 시의 에러를 말하며 다음과 같은 경우에 발생한다.

- ① 절차상 너무 빠르거나 혹은 늦게 작업을 수행할 때
- ② 작업단계가 생략되거나 섞일 때
- ③ 작업 시 너무 많은 힘을 가하거나 혹은 적게 가할 때
- ④ 작업 시 방향을 잘못 잡을 때
- ⑤ 목표를 잘못 잡을 때

(나) 망각/건망증

수행해야 할 작업 행위와 작업 장소 등을 잊어버리는 것을 말한다.

(2) 복합에러

보다 복잡한 유형의 에러로서 잘못된 것을 옳다고 믿는 것에서 유발된다. 이것은 작업의 설계, 평가 정보, 의도와 판단 결과 등을 관리하는 정신적 과정상의 에러를 말한다. 여기에는 착각과 착오가 있다.

(가) 조작에러-착각

기억된 규정 혹은 익숙한 절차에 근거하여 행동할 때 에러가 발생한다.

(나) 조작에러-착오

익숙하지 않은 환경에서 의식적으로 작업 목적을 작업자 스스로 만들고, 계획과 절차를 따라간다. 착오는 무경험과 정보의 부족도 착오를 야기하는 주된 요인이다.

4.2 규칙위반

규칙위반은 일상적 위반, 상황적 위반 및 예외적 위반으로 구분된다. 조직의 문화와 관리상의 목적 그리고 우선순위가 안전보건규정에 대한 위반을 야기할 수 있다. 따라서 관리자 혹은 감독자는 작업자들에게 잘못된 정보를 제공해서는 안 되며 항상 충분한 소통을 해야 한다.

(1) 일상적 위반

규정과 절차의 위반이 작업그룹 내에서는 일반적인 작업방식이 된다. 그 원인은 다음과 같다.

(가) 시간과 에너지를 절약하려는 무리한 시도

(나) 규정이 너무 제약적이라는 생각

(다) 규정 적용이 더 이상 어렵다는 믿음

(라) 규정 준수를 강제할 수 있는 힘의 부족

(2) 상황적 위반

작업이 시간과 인력 그리고 유효한 장비의 부족 등으로 인해 압박을 받을 때 상황적 위반을 하게 된다. 이러한 특수한 상황에서는 규정과 절차의 엄격한 적용이 어렵다.

(3) 예외적 위반

어떤 작업이 잘못 실행되고 있을 때 예외적 위반이 발생한다. 이러한 상황을 방지하기 위해서는 다음과 같은 조치가 있어야 한다.

KOSHA GUIDE
G - 120 - 2015

(가) 응급 상황에 대비한 적절한 훈련

(나) 위험성 평가 시 이러한 상황을 가정하여 대비

(다) 작업자에 대한 시간상의 압박 조건을 줄임

5. 인적 오류의 원인

작업자의 안전보건에 관한 인적 오류의 원인은 작업 자체, 작업자 및 조직의 세 가지 관점에서 검토할 수 있다.

5.1 작업에 의한 원인

- (1) 장비나 기자재의 부적절한 설계
- (2) 계속되는 소란 행위와 작업 방해
- (3) 누락되거나 불명확한 사용설명서
- (4) 정비 불량
- (5) 과도한 작업량
- (6) 소음 등과 같은 불편한 작업 환경

5.2 작업자에 의한 원인

- (1) 숙련도 부족
- (2) 피로

KOSHA GUIDE
G - 120 - 2015

(3) 무관심 또는 무기력

(4) 건강문제

5.3 조직과 관리에 대한 원인

(1) 빈약한 작업계획과 높은 작업 강도

(2) 안전장치 또는 방호벽의 부족

(3) 발생한 사고에 대한 부적합한 대응

(4) 불완전한 공동작업과 책임소재의 불명확성

(5) 일방통행식 소통

(6) 안전보전에 대한 빈약한 환경 및 관리

6. 인적 오류의 결과

인적 오류의 결과는 바로 나타날 수도 있고 일정 기간 후에 나타날 수도 있다.

6.1 능동적 실패

바로 결과가 나타나는 실패를 말하며, 운전자, 통제실 운영 요원 혹은 기계 작동자와 같은 현장작업자에 의해 실패가 유발된다. 실패는 안전보전에 즉각적인 효과가 나타난다.

6.2 잠재적 실패

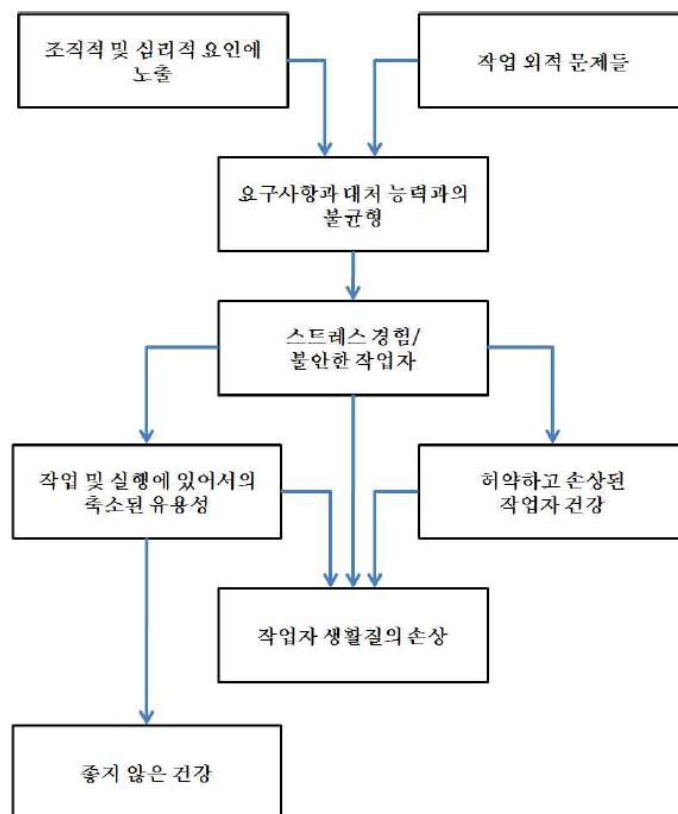
설계자, 결정권자 그리고 관리자 등의 업무활동에서 시공간적으로 업무를 제대로 할

수 없을 때 나타나는 실패를 말한다. 잠재적 실패는 능동적 실패와 마찬가지로 안전 조건에 커다란 잠재적 위험을 나타낸다. 잠재적 실패는 다음과 같은 이유로 발생된다.

- (1) 플랜트 및 장비의 부적절한 설계
- (2) 비효과적 훈련
- (3) 부적절한 감독
- (4) 비효과적인 의사소통
- (5) 역할과 책임에 있어서의 모호성

7. 인적 오류의 방지대책

- (1) 상황을 검토하여 실수를 증가시키는 스트레스 요인을 줄여야 한다. 스트레스의 원인과 효과는 <그림 2>와 같다.



<그림 2> 스트레스의 원인과 효과

- (2) 과실(오수행)과 망각(건망증)을 방지하거나 그것들을 인지하고 교정할 수 있도록 설비와 장비를 인간공학적으로 설계하여야 한다.
- (3) 적절한 훈련도 효율적이다.
- (4) 복잡한 결정이나 진단 그리고 계산 등을 필요로 하는 작업은 가능한 한 미리 그 절차를 명확히 규정하여야 한다.

KOSHA GUIDE
G - 120 - 2015

- (5) 특히 경험이 적은 작업자들에 대한 감독을 철저히 한다.
- (6) 규정과 절차를 보완하고, 간소화하며, 상시 점검한다.
- (7) 위험성 평가를 통해 실수할 가능성을 상시 고려한다.
- (8) 사고의 재발을 방지하기 위해 위험을 줄일 수 있는 조치를 취하고, 사고에 대한 면밀한 조사를 행한다.
- (9) 실수를 줄이기 위해 취해진 조치들을 모니터링 하여 그것이 효율적인가를 검토해야 한다.

8. 인적 에러를 줄이기 위한 방안

8.1 실수의 원인

- (1) 피로와 스트레스
- (2) 작업량이 많음
- (3) 작업자의 정신적·육체적 부적절성
- (4) 작업자의 훈련 부족

8.2 작업자의 실수 유형에 따른 감소 방안

(1) 과실(오수행)과 망각(건망증)

작업자가 효율적인 작업을 할 수 있도록 작업시간에 대한 계획을 보다 세밀히 하며, 작업자에 관한 훈련을 병행한다. 또한 작업자의 실수를 방지하기 위해 기계 설비의 미비사항에 대한 보완조치도 병행한다.

(2) 조작실수-착각과 착오

규정이나 절차를 잊었거나 전혀 이해하지 못하면 작업자는 작업 시 잘못된 결정을 할 수 있다. 따라서 작업자는 작업 목표를 숙지했음에도 실수와 잘못된 행동을 한다. 이를 방지하기 위해서는 무엇보다도 작업자에 대한 훈련이 중요하다.

(3) 규칙위반

이것은 인적 에러의 가장 고질적인 문제이다. 이러한 위반 행동을 방지하기 위해서는 작업자에 관한 관리 감독을 강화해야 한다.

9. 보수작업 시 인적 에러 방지대책

보수작업 시 인적 에러로부터 주요 사고위험을 방지하기 위한 유형별 방지대책은 다음과 같다.

(1) 작업 계획

위험평가에 따른 위험요소 유형 분류 및 관리방안, 작업 시 손상될 수 있는 부품에 대한 보호조치, 작업자의 안전한 작업 실행을 위한 작업량과 시간, 건강사항 등을 점검한다.

(2) 장비 분리

위험요소를 신속히 제거할 수 있는 방안을 마련한다.

(3) 장비 접근

덮개와 해치 개방을 통해 장비의 접근을 양호하게 한다.

(4) 수리작업 수행

장비의 상태를 양호하게 유지하기 위해서 시각 및 도구를 이용한 검사를 시행하고, 필요한 교체 혹은 수리작업을 실행한다.

(5) 재조립 작업

장비의 올바른 정렬과 재조립 과정을 통해 실수를 억제하도록 한다.

(6) 분리 제거

장비를 안전하게 재작동 시키기 위해서는 장비복구를 엄격히 하고, 문제 발생 시 신속한 재분리가 가능하도록 한다.

(7) 장비의 작동과 검사

장비의 적절한 작동을 위해 위치가 올바른 가 점검하고, 엄격한 시험절차를 적용하며, 인가된 사람에게만 접근을 허용한다.