

KOSHA GUIDE

X - 8 - 2012

예비위험분석에 관한 지침

2012. 6.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

○ 작성자 : 사단법인 한국안전학회 리스크관리 연구위원회

충주대학교 안전공학과 백종배

○ 개정자 : 산업안전보건연구원 안전연구실

○ 제·개정 경과

- 2010년 9월 위험관리분야 제정위원회 심의(제정)

- 2012년 4월 리스크관리분야 제정위원회 심의(개정, 법규개정조항 등 반영)

○ 관련규격 및 자료

- H. R. Greenberg and J. J. Cramer (eds.), Risk Assessment and Risk Management for the Chemical Process Industry, ISBN 0-442-23438-4, Van Nostrand Reinhold, New York, 1991

- CCPS, Guideline for Chemical Process Quantitative Risk Analysis, AIChE, New York, 1999

- CCPS, Guideline for Hazard Evaluation procedures, AIChE, New York, 1989

○ 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건 기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2012년 6월 20일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

예비위험분석에 관한 지침

1. 목 적

이 지침은 공정 플랜트의 개념설계 또는 R&D단계에서 적용하여 공정 플랜트의 위치를 선정하거나 공정 P&ID를 개발하기 전에 설계검토를 하는 기법을 제공하는데 그 목적이 있다.

2. 적용범위

이 지침은 설계자, 개발자, 기술자 및 기타 플랜트 관련자 등에게 적용되며, 내용은 플랜트를 개발하기 전에 포괄적인 기법을 사용할 수 없는 상황에서 리스크의 순위를 결정하거나 기존의 시설물의 리스크를 분석할 때 적용한다.

3. 용어의 정의

그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙 및 KOSHA GUIDE X-1-2011(리스크 관리의 용어 정의에 관한 지침)에서 정하는 바에 의한다.

4. 일반사항

4.1 기술적 접근

(1) 이 기법은 관례적으로 공정 플랜트의 개념설계, 토지구획 단계(siting phase), 초기

개발 과정에 존재하는 리스크를 결정하기 위해 플랜트산업에서 수행될 수 있다.

(2) 공정의 수명주기 초기에 예비위험분석(Preliminary Hazard Analysis, PHA) 기법을 사용하면 다음과 같은 주요한 장점이 있다.

(가) 비용과 혼란을 최소화하여 잘못된 부분을 교정할 수 있으며 동시에 잠재적인 리스크를 확인할 수 있다.

(나) 개발팀이 공정의 수명주기 동안에 이용할 수 있는 운전지침을 확인하고 개발할 수 있다.

(3) 주요한 리스크를 처음부터 제거, 최소화하거나 관리할 수 있다. 리스크와 잠재적인 사고 상황을 폭 넓게 분석할 때 기존시설에 대해서도 PHA를 적용할 수 있다.

4.2 필요한 자료와 요구사항

(1) PHA 기법을 사용할 때 이용 가능한 플랜트 설계기준, 요구사항, 물질사항 및 기타 정보를 확보해야 한다.

(2) PHA는 공정안전에 대한 충분한 배경 지식을 갖고 있는 1~2명이 수행한다.

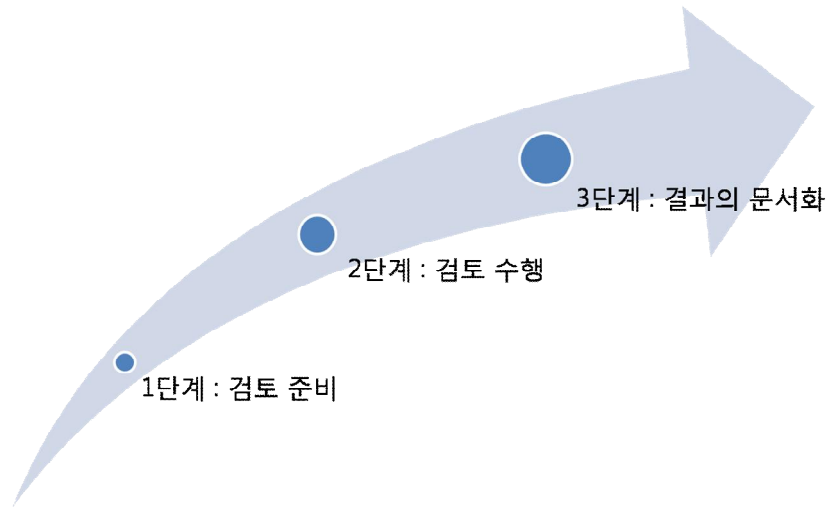
(3) 경험이 적은 사람도 PHA를 수행할 수 있지만 경험이 많은 사람의 검토가 필요하다. <표 1>은 PHA 기법을 사용하여 리스크 분석을 하는 데 필요한 예상시간이다.

<표 1> PHA 기법을 수행하는 데 걸리는 예상 시간

범위	준비	평가	문서화
단순/작은 시스템	4-8시간	1-3시간	1-2시간
복잡/대형 공정	1-3일	4-7일	4-7일

5. 분석절차

PHA는 다음과 같이 검토준비, 검토수행, 결과에 대한 문서화와 같은 3단계 절차에 의해 진행된다.



<그림 1> PHA 절차

(1) 검토의 준비

(가) PHA 팀은 주요 플랜트 또는 시스템은 물론 유사한 플랜트이거나 서로 다른 공정을 갖고 있지만 유사한 장비와 물질을 사용하는 플랜트의 관련 정보를 수집해야 한다.

(나) PHA 팀은 가능한 한 많은 리스크 근원을 확인하여야 한다.

이러한 리스크 근원을 확인 하는데 유사한 시설물의 리스크 연구, 유사한 시설물에서의 운전 경험, <부록 2>에 수록한 것과 같은 체크리스트 등을 활용할 수 있다.

(다) PHA는 플랜트 수명주기의 초기에 적용하기 때문에 플랜트에 관한 정보는 제한될 수 있다. 그러나 팀은 PHA를 효율적으로 수행하기 위해 최소한 공정의 개념설계를 서면으로 설명해야 하므로 기본적인 화학 물질, 반응 및 관련된 공정변수는 물론 용기, 열교환기 등 장비의 형태에 대해서도 알아야 한다.

(라) 플랜트의 운전목표와 기본적인 수행요건도 시설물의 리스크 형태와 운전환경을 규정하는 데 도움이 된다.

(2) 검토

PHA를 수행하면 바람직하지 않은 결과를 야기하는 주요 리스크와 사고상황이 확인되나 PHA를 통해 리스크를 제거하고 감소시키는 설계기준이나 대안도 확인해야 한다. 따라서 PHA를 수행하는 유해위험요인 수준판정팀은 다음과 같은 절차를 따른다.

- (가) PHA 팀 각 주요 공정에서 리스크를 확인하고 이러한 리스크와 관련된 잠재적인 사고의 가능한 원인과 영향을 평가하여야 한다.
- (나) PHA 팀은 일반적으로 원인에 대한 철저한 목록을 개발하는 것 보다 사고의 신뢰성을 충분히 판단할 수 있는 경우의 수를 열거하여야 한다.
- (다) PHA 팀은 각각의 사고에 대한 영향을 평가한다. 이러한 영향은 잠재적인 사고와 관련된 최악의 경우의 충격을 표시할 수 있어야 한다.
- (라) 팀은 잠재적인 각 사고 상황을 사고의 원인과 영향의 중요성에 따라 다음의 유해위험요인 범주(Hazard category) 중에서 하나를 결정하여 유해위험요인을 교정하거나 완화시킬 수 있는 방안을 기록해야 한다.

- ① 유해위험요인 범주 I : 무시할 수 있음
- ② 유해위험요인 범주 II : 별로 중요하지 않음
- ③ 유해위험요인 범주 III : 위험한 상태
- ④ 유해위험요인 범주 IV : 큰 재해

<표 2> PHA를 수행할 때 고려해야할 요소^{주1)}

	구분	고려 요소의 예
1	위험한 플랜트 설비 및 원재료	연료, 반응성이 높은 화학물질, 독성물질, 폭발물, 고압장치, 기타 에너지 저장 시스템
2	플랜트 설비와 원재료 사이의 안전 관련 문제	물질의 상호작용, 화재/폭발 시작과 전파, 제어/방지장치
3	플랜트 설비와 원재료에 영향을 미칠 수 있는 환경인자	지진, 진동, 홍수, 극한 온도, 정전기, 작업자 보호
4	운전, 시험, 보수, 비상절차	인적오류의 중요성, 완성할 운전자의 기능, 장비 배치도와 접근 가능성, 작업자의 안전 보호 장치
5	시설물 지지대	저장, 시험장비, 훈련, 유틸리티
6	안전 관련 설비	완화 시스템, 화재진압, 작업자 개인보호구

주1) Journal of Loss Prevention in the Process Industries. 10(4), July 1997, Page 249-257

(3) 문서화

PHA의 결과는 확인된 리스크, 원인, 잠재적인 결과, 리스크 종류 및 확인된 교정 또는 예방수단을 <표 3>을 참조하여 규정양식에 알맞게 기록한다. 그러나 일부 다른 사항도 추가하여 부여된 후속조치와 중요한 문제의 시행 일정, 플랜트 작업자가 이행한 실제의 교정조치를 반영한다.

<표 3> 일반적인 유해위험요인 분석 양식

지 역 : _____	회의 날짜: _____
도면 번호 : _____	팀 원 : _____

유해위험요인	원인	주영향	유해위험요인 범주	교정/예방수단

<부록 1>

적용사례

[설계개요]

실린더에서부터 공정장치까지 황화수소(H_2S)를 공급하는 설계개념을 생각해 볼 때 이 설계 단계에서 분석자는 이 물질만 공정에서 사용된다는 것과 황화수소(H_2S)가 독성 및 가연성 속성을 가지고 있다는 것을 알고 있으며 황화수소(H_2S)의 잠재적인 누출을 위험한 상황으로 인식하고 있다.

분석자는 황화수소(H_2S) 누출에 대해 확인한 리스크 근원은 다음과 같다.

- (1) 가압 저장 실린더에서 누출 또는 파열
- (2) 공정이 H_2S 를 전부 소비하지 않음
- (3) H_2S 공정 공급관에서 누출 또는 파열
- (4) 실린더와 공정의 연결 부분에서 누출이 발생함

분석자는 여러 가지 가능한 누출에 대한 교정과 예방 수단을 설명하고 지침과 설계기준을 제공하고 설계자에게 다음과 같은 내용을 제안할 수 있다.

- (1) H_2S 보다 독성이 적은 대체 물질을 저장하는 공정을 고려
- (2) 공정에서 초과하는 H_2S 를 모아서 소각시키는 시스템을 개발하는 것을 고려
- (3) H_2S 의 누출을 경고하는 경보 시스템 설치
- (4) 과다하게 이송하거나 취급하지 않도록 현장에서 H_2S 의 저장을 최소화
- (5) H_2S 누출 감지기에 연동되는 살수시스템이 있는 실린더 장치를 고려
- (6) 저장 실린더를 이송라인에 가깝게 설치하지만 작업자의 통행로에서 일정한 거리를

유지하는 것을 고려

(7) H₂S 영향과 비상절차를 시작하기 전에 모든 작업자에게 제시할 훈련 프로그램 개발

H₂S 시스템 사례에 대한 PHA 결과는 <별표 1>과 같이 작성될 수 있다.

<별표 1> H₂S 시스템 사례의 PHA 결과

지역 : H ₂ S 공정			회의 날짜 : 2010/03/17	
도면 : 없음			분석자 : 김지선	
유해위험 요인	원인	주 영향	유해위험 요인범주	교정/예방 수단
독성물질 누출	1. H ₂ S저장 실린더 파열	1.1 대형 누출로 인한 사망 가능성	IV	1.1.1 경고 시스템 제공 1.1.2 현장 저장 최소화 1.1.3 실린더 검사를 위한 절차 개발
	2. H ₂ S 반응제어 손실	2.1 대형 누출로 인한 사망 가능성	III	2.1.1 초과된 H ₂ S의 수집과 소각하기 위한 시스템 설계 2.1.2 초과된 H ₂ S를 탐지하고 공정의 조업을 정지하기 위한 제어장치 설계 2.1.3 플랜트를 시동하기 전에 여분의 소각 시스템의 사용 가능성을 보장하기 위한 절차 개발
a 리스크 범주 : I-무시할 수 있음 , II-별로 중요하지 않음, III-위험한 상태, IV-큰 재해.				