KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE
기술지원규정

화학설비 고장율 산출기준에 관한 기술지원규정
C-C-66-2026

한국산업안전보건공단

기술지원규정은 산업안전보건기준에 관한 규칙 등 산업안전보건법령의 요구사항을 이행하는데 참고하거나 사업장 안전·보건 수준향상에 필요한 기술적 권고 규정임

기술지원규정의 개요

○ 개정자 : 한국산업안전보건공단 전문기술실

○ 제・개정경과

- 2000년 6월 기계안전분야 기준제정위원회 심의
- 2000년 11월 총괄기준제정위원회 심의
- 2013년 06월 총괄 제정위원회 심의(개정, 법규개정 조항 반영)
- 2025년 11월 화학안전분야 전문위원회 심의(개정)
- 2026년 1월 표준제정위원회 본위원회 심의(개정)

○ 관련규격 및 자료

- 미국 화학공학회, “Guidelines for process equipment reliability data with data tables”, 1989

○ 기술지원규정의 적용 및 문의

- 이 기술지원규정에 대한 의견 또는 문의는 산업안전포털 홈페이지(portal.kosha.or.kr)의 기술지원규정(KOSHA GUIDE) 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
- 동 규정 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2026년 1월 30일
제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

목 차

1. 목적 ····· 1

2. 적용범위 ····· 1

3. 용어의 정의 ····· 1

4. 고장모드 및 고장심각도 ····· 2

4.1 고장모드 ····· 2

4.2 고장심각도 ····· 2

4.3 기타사항 ····· 2

5. 이용불능시간 산정방법 ····· 3

5.1 기능상실인 경우 ····· 3

5.2 기능상실이 아닌 경우 ····· 4

6. 고장율 산출을 위한 자료 수집 및 분석절차 ····· 5

<부 록> 설비고장율 산출 (예시) ····· 8

화학설비 고장율 산출기준에 관한 기술지원규정

1. 목 적

이 규정은 산업안전보건법에 의하여 위험성평가를 실시하기 위하여 및 그 화학설비의 부속설비에 대한 고장율을 산출하는데 필요한 기준을 정하는데 그 목적이 있다.

2. 적용범위

이 규정은 화학공장에서 공정의 정량적 위험성평가를 위해 화학설비 및 그 부속설비에 대한 고장율 산출시 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 기준에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “설비 고장율”이라 함은 설비의 시간당 또는 작동횟수당 고장발생율을 말한다. 시간당 고장율은 고장횟수의 합을 운전시간의 합으로 나눔으로서 계산할 수 있으며, 작동횟수당 고장율은 고장횟수의 합을 작동횟수의 합으로 나눔으로서 계산한다.

(나) “설비 이용불능도”라 함은 주어진 시간에 설비가 보수등의 이유로 인하여 이용할 수 없는 가능성을 말한다.

(다) “설비이용불능시간”이라 함은 설비의 기능을 수행하지 못한 시간을 말한다.

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

4. 고장모드 및 고장심각도

4.1 고장모드

고장모드는 설비의 고장을 기능측면에서 분류하는 것이다. 예로서 펌프가 전동기 단락, 제어회로 고장 등의 원인에 의해 기동을 실패하였을 경우 고장모드는 기동실패가 되며, 펌프가 냉각실패, 베어링손상 등으로 가동 중 정지가 될 경우 고장모드는 가동중 정지가 된다.

4.2 고장심각도

고장심각도는 설비의 기능상실 정도를 나타내며 다음과 같이 구분한다.

(1) 기능상실

설비가 주어진 기능을 수행하지 못하는 경우에 해당한다. 펌프가 가동중 정지하는 경우 등이 이에 해당한다.

(2) 기능저하

설비가 주어진 기능을 어느 정도 수행하나 완전한 기능을 수행하지 못하는 경우가 이에 해당한다. 또한 기능저하 상태를 그대로 두면 설비가 기능을 완전히 상실할 수 있다.

(3) 고장징후발생

설비가 정해진 기능을 수행하고 있으나, 진동이나 소음 등이 발생하여 적어도 다음 연차 보수 기간 내에는 보수가 수행되어야 하는 경우이다. 예로 펌프에 소음이 있다거나 밸브에 적은 균열이 있는 경우가 이에 해당한다.

4.3 기타사항

펌프와 동력구동밸브의 고장모드 및 고장심각도의 예는 <표 1> 및 <표 2>와 같이 구분할 수 있다

<표 1> 펌프의 고장모드와 고장심각도 예

설비종류	고장심각도	고장모드
펌프	기능상실	가동중 정지(Fails while running) 기동실패(Fails to start on demand) 오작동 기동(Spurious start/command fault)
	기능저하	외부누출(External leakage) 심한 진동(high vibration) 과열(Over-temperature) 과전류(Over-current)
	고장징후발생	소음(Noise)

<표 2> 동력구동 밸브의 고장모드와 고장심각도 예

설비종류	고장심각도	고장모드
동력구동밸브	기능상실	열림 실패(Fails to open) 닫힘 실패(Fails to close) 작동 안됨(Fails to operate) 오작동(Spurious operation) 막힘(Plugging) 우연히 닫힘(Transfer closed)
	기능저하	외부누출(External leakage) 내부누출(Internal leakage)
	고장징후 발생	소음(Noise) 균열(Crack)

4.4 각 설비별 고장모드의 분류는 KOSHA GUIDE C-C-48-2026「유해위험설비의 점검·정비·유지관리에 관한 기술지원규정」에 따른다.

5. 이용불능시간 산정방법

설비에 대한 여러가지 보수상황별 이용불능 시간은 <그림 1> 및 <그림 2>를 참고하여 선정한다.

5.1 기능상실인 경우

(1) 고장이 즉시 발견되는 경우

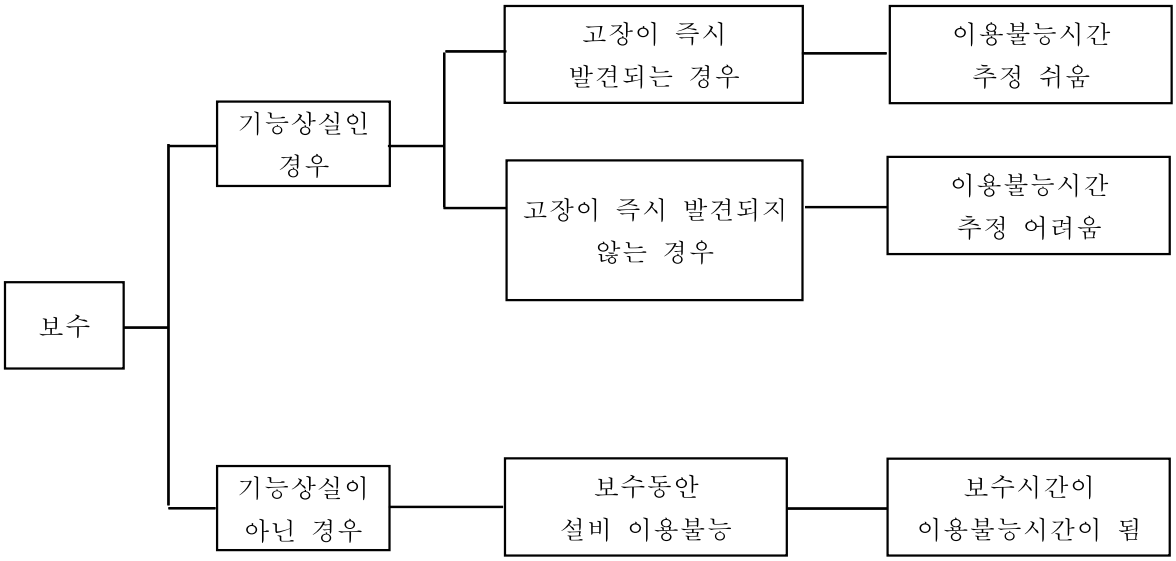
이용불능시간은 고장발견 시점부터 설비작동 시점까지를 말한다.

(2) 고장이 즉시 발견되지 않는 경우

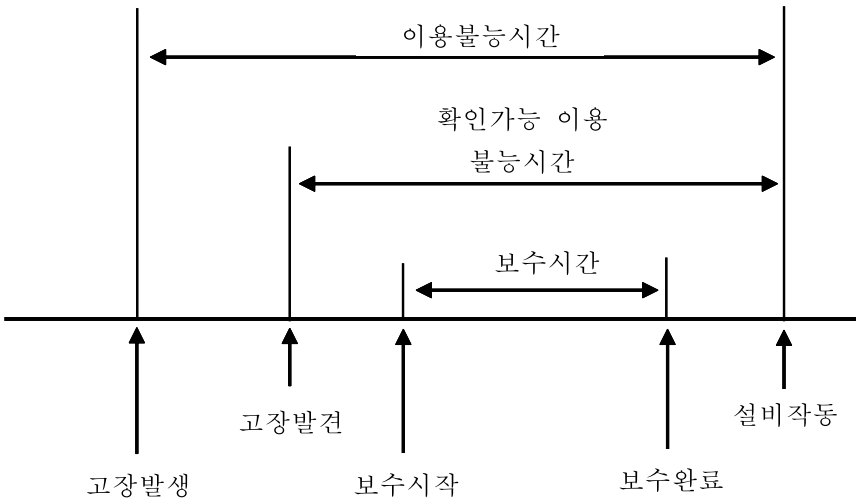
이용불능시간은 고장발생 시점부터 설비작동 시점까지를 말한다.

5.2 기능상실이 아닌 경우

이용불능시간은 보수시간과 같다.



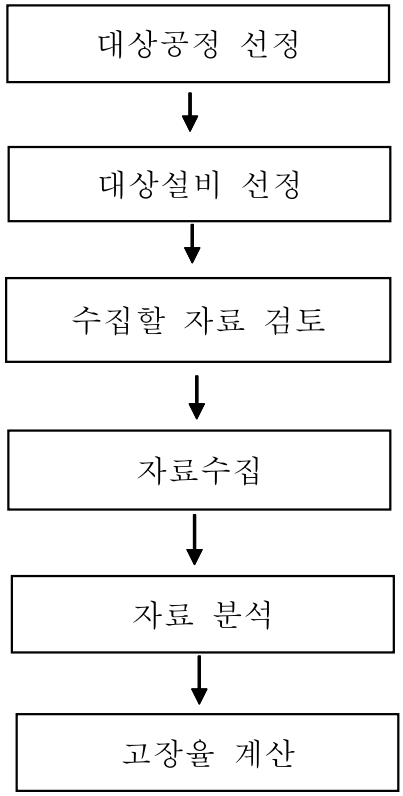
<그림 1> 설비에 대한 보수상황



<그림 2> 보수시간과 이용불능시간

6. 고장율 산출을 위한 자료 수집 및 분석절차

설비고장율 산출을 위한 자료수집 및 분석절차는 다음과 같다.



(1) 설비 고장율을 산출하고자 하는 대상공정을 선정한다.

(2) 대상공정이 선정되면 플랜트 운전 및 안전에 중요한 설비들을 도출하여 목록을 작성한다.

(3) 선정된 대상설비에 대해 보수·정비작업의뢰서, 사고조사보고서, 설비이력카드, 시험보고서, 운전일지, 운전절차서, 정기점검 및 보수 절차서 등의 자료원을 확인한다.

(4) 자료원으로부터 다음과 같은 자료를 수집한다

(가) 단위공장 운전이력

단위공장의 운전상태 변화를 알수 있는 정상운전기간 및 년차 보수기간 등.

(나) 설비목록 및 사양

설비번호, 설비명, 설비의 상세사양 및 설계·운전조건 등.

(다) 설비별 운전시간

실제 설비가 운전된 시간

(라) 설비별 보수 및 고장이력

보수시작일, 보수완료일, 고장발견일, 보수시간, 이용불능시간, 고장원인 및 고장내용, 보수작업 내용 등

(5) 수집한 자료들로부터 다음과 같은 사항에 대한 분석을 실시한다.

(가) 설비별 고장원인 분류 및 고장모드 선정

(나) 고장심각도 결정

(다) 보수작업 내용 및 보수시간

(6) 수집 또는 분석된 자료로부터 설비고장율 계산을 위해서 필요한 다음과 같은 자료를 구한다

(가) 고장모드별 고장횟수

설비별 고장모드에 대한 고장횟수

(나) 설비운전시간

설비의 보수 또는 고장자료가 수집된 기간동안의 설비운전시간

(다) 설비작동횟수

설비가 실제로 작동한 횟수

(라) 이용불능시간

설비가 보수 또는 고장으로 인하여 설비의 기능을 수행하지 못한 시간

(마) 설비필요시간

설비의 보수 또는 고장자료가 수집된 기간

(7) 설비의 고장모드별 고장율 및 이용불능도는 다음과 같이 계산된다.

(가) 시간당 고장율

시간당 고장율 = 고장모드별 고장횟수÷설비운전시간

(나) 작동횟수당 고장율

작동횟수당 고장율 = 고장모드별 고장횟수÷설비작동횟수

(다) 이용불능도

이용불능도 = 이용불능시간÷설비필요시간

<부록>

설비고장율 산출 (예시)

1. 자료수집

단위공정에서 운전 중에 다음과 같은 자료가 수집·분석되었다고 가정한다.

(1) 대상 단위공정 : XXX 단위공정

(2) 분석 대상 설비 : 펌프 10대에 대한 자료 수집.

(3) 자료수집기간 : 3년

(4) 펌프들의 총 운전시간 : 4500 일(펌프 1대당 년평균 운전시간 : 150 일)

(5) 펌프들의 총 작동횟수 : 300 회 (펌프 1대당 년평균 작동횟수 : 10 회)

(6) 펌프들의 총 보수횟수 : 100 회

(7) 펌프들의 총 보수시간 : 45 일 (펌프 1대당 년평균 보수기간 : 1.5 일)

(8) 펌프들의 총 이용불능시간 : 60 일 (펌프 1대당 년평균 이용불능시간 : 2 일)

(9) 펌프들의 고장모드별 총고장 횟수

고장모드	고장횟수
가동중정지	10
기동실패	2
외부누출	35

2. 가동중정지에 대한 고장율

가동중 정지 시간당 고장율 = (가동중정지 횟수) ÷ (펌프들의 총 운전시간)
= 10 회 ÷ 4500 일
= 0.0022 회/일
= 0.81 회/년

3. 기동실패 고장율

기동실패 작동횟수당 고장율 = (기동실패 횟수) / (펌프들의 총 작동횟수)
= 2 회 ÷ 300 회
= 0.0067

기동실패 시간당 고장율 = (기동실패 횟수) ÷ (펌프들의 총 필요시간)
= (기동실패 횟수) ÷ (자료수집기간 x 펌프수)
= 2 회 ÷ (3 년 x 10)
= 0.067 회/년

4. 년평균 이용불능도

년평균 이용불능도 = (펌프들의 총 이용불능시간) ÷ (펌프들의 총 필요시간)
= 60 일 ÷ (3 년 x 10)
= 0.031

5. 펌프 보수평균이용불능시간

보수평균이용불능시간 = (펌프들의 총 이용불능시간) ÷ (펌프들의 총 보수횟수)
= 60 일 ÷ 100 회
= 0.6 일/회 = 14.4 시간/회

6. 펌프 평균보수시간

평균보수시간 = (펌프들의 총 보수시간) ÷ (펌프들의 총 보수횟수)
= 45 일 ÷ 100 회
= 0.45 일/회 =10.8 시간/회

7. 펌프 보수빈도

보수빈도 = (펌프들의 총 보수횟수) ÷ (펌프들의 총 필요시간)
= 100 회 ÷ (3년 x 10)
= 3.3 회/년

기술지원규정 개정 이력

□ 개정일 : 2026. 1. 30.

○ 개정자 : 한국산업안전보건공단 전문기술실

○ 개정사유 : 확인(체계정비)

○ 주요 개정내용

- 국문 명칭(기술지침→기술지원규정) 개정

KOSHA GUIDE
기술지원규정

·규정번호 : C-C-66-2026
·심　　의 : 산업안전보건표준제정위원회
·공 표 일 : 2026. 1. 30.