KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE
기술지원규정

결함수 분석기법에 관한 기술지원규정
C-C-39-2026

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

- 1996년 4월 화학안전분야 기준제정위원회 심의
- 1996년 4월 총괄기준제정위원회 심의
- 1999년 11월 화학안전분야 기준제정위원회 심의
- 1999년 12월 총괄기준제정위원회 심의
- 2005년 11월 KOSHA Code 화학안전분야 제정위원회 심의
- 2005년 12월 KOSHA Code 총괄제정위원회 심의
- 2012년 7월 총괄 제정위원회 심의(개정,법규개정조항 반영)
- 2021년 11월 화학안전분야 기준제정위원회 심의(개정)
- 2025년 12월 화학안전분야 전문위원회 심의(개정)
- 2026년 1월 표준제정위원회 본위원회 심의(개정)

○ 관련규격 및 자료

- 국제노동기구(ILO)협약 174호 중대산업사고예방 실무지침
- 미국 CCPS, Guidelines for engineering process quantitative risk analysis
- 한국원자력연구소, 원자력 발전소의 확률론적 안전성평가를 위한 계통분석 절차서

○ 관련법규・규칙・고시 등

- 산업안전보건법 시행규칙 제50조(공정안전보고서의 세부내용 등)

○ 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. 결함 수 분석 관련 법적 필수사항 ····· 2

5. 대상항목 ····· 3

6. 적용시기 ····· 3

7. 팀의 구성 ····· 4

8. 필요한 자료 ····· 4

9. 평가절차 ····· 5

9.1 분석절차 ····· 5

9.2 결함수 기호 ····· 6

9.3 정량화 ····· 7

9.4 기록 ····· 11

10. 보고서 작성 및 후속조치 ····· 12

10.1 보고서작성 ····· 12

10.2 개선권고사항의 후속조치 ····· 13

<붙임 1> 기본 사상 및 게이트 명명 요령 ····· 20

<붙임 2> 신뢰도 계산방법(예) ····· 22

결함수 분석에 관한 기술지원규정

1. 목 적

이 규정은 공정위험성평가서를 작성하기 위한 결함수 분석(FTA, Fault tree analysis)에 필요한 사항을 제시하는데 그 목적이 있다.

2. 적용범위

이 규정은 사고의 원인이 되는 장치의 이상이나 고장의 다양한 조합 및 작업자실수원인을 규명하는 방법으로서 설계 또는 운전단계에 있는 공정위험성평가시 사고의 발생빈도와 예상 사고시나리오를 추정하는데 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 규정에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “정상 사상 (Top event)”이라 함은 재해의 위험도를 고려하여 결함수 분석을 하기로 결정한 사고나 결과를 말한다.

(나) “기본 사상 (Basic event)”이라 함은 더 이상 원인을 독립적으로 전개할 수 없는 기본적인 사고의 원인으로서 기기의 기계적 고장, 보수와 시험 이용불능 및 작업자 실수사상 등을 말한다.

(다) “중간 사상 (Intermediate event)”이라 함은 정상 사상과 기본 사상 중간에 전개되는 사상을 말한다.

(라) “결함수 (Fault tree)기호”라 함은 결함에 대한 각각의 원인을 기호로서 연결하는 표현수단을 말한다.

(마) “컷세트 (Cutset)″라 함은 정상 사상을 발생시키는 기본 사상의 집합을 말한다.

(바) “최소 컷세트 (Minimal cutset)” 라 함은 정상 사상을 발생시키는 기본 사상의 최소집합을 말한다.

(사) “계통 분석 (System analysis)”이라 함은 계통의 기능상실을 초래하는 모든 사상 조합을 체계적으로 분석하고 그 발생가능성을 평가하는 작업을 말한다.

(아) “고장률 (Failure rate)”이라 함은 설비가 시간당 또는 작동 횟수 당 고장이 발생하는 확률을 말한다.

(자) “이용불능도 (Unavailability)”라 함은 주어진 시간에 설비가 보수 등의 이유로 인하여 이용할 수 없는 가능성을 말한다.

(2) 기타 이 규정에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 법, 동법 시행령, 동법 시행규칙 및 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 정하는 바에 따른다.

4. 결함 수 분석 관련 법적 필수사항

다음은 산업안전보건법령에 관한 사항으로써 반드시 준수하여야 한다.

산업안전보건법 시행규칙 제50조(공정안전보고서의 세부 내용 등)

① 영 제44조에 따라 공정안전보고서에 포함해야 할 세부내용은 다음 각 호와 같다.

2. 공정위험성평가서 및 잠재위험에 대한 사고예방·피해 최소화 대책(공정위험성평가서는 공정의 특성 등을 고려하여 다음 각 목의 위험성평가 기법 중 한 가지 이상을 선정하여 위험성평가를 한 후 그 결과에 따라 작성해야 하며, 사고예방·피해최소화 대책은 위험성평가 결과 잠재위험이 있다고 인정되는 경우에만 작성한다)

가. 체크리스트(Check List)
나. 상대위험순위 결정(Dow and Mond Indices)
다. 작업자 실수 분석(HEA)
라. 사고 예상 질문 분석(What-if)
마. 위험과 운전 분석(HAZOP)
바. 이상위험도 분석(FMECA)
사. 결함 수 분석(FTA)
아. 사건 수 분석(ETA)
자. 원인결과 분석(CCA)
차. 가목부터 자목까지의 규정과 같은 수준 이상의 기술적 평가기법

5. 대상항목

결함수 분석 기법의 적용대상은 다음과 같다.

(1) 공정 수준 (Process level)에 대한 위험성평가

(2) 계통 수준 (System level)에 대한 위험성평가

(3) 구간 수준 (Node level)에 대한 위험성평가

(4) 단락 수준 (Segment level)에 대한 위험성평가

(5) 기기 수준 (Component level)에 대한 위험성평가

(6) 작업자실수 및 일반원인고장에 대한 분석

(7) 기타 결함수 분석 기법의 적용이 가능한 항목

6. 적용시기

(1) 결함수 분석 기법은 현재 설계 또는 건설 중인 공장에 대하여는 공정의 개발단계나 초기 시운전 단계에 적용하며, 기존 공장에 대하여는 공정 또는 운전절차의 변경이나 개선이 필요한 경우 등에 적용한다.

(2) 결함수 분석 기법의 적용 시기는 다음과 같다.

(가) 공정개발 단계

(나) 설계 및 건설 단계

(다) 시운전 단계

(라) 운전 단계

(마) 공정 및 운전절차의 수정 또는 변경시

(바) 예상되는 사고나 사고원인 조사시

7. 팀의 구성

결함수 분석에 필요한 인원은 공정의 수와 크기에 비례하나 팀의 구성에는 해당공정 및 설비에 경험이 있는 다음과 같은 전문가가 필요하다.

(1) 팀 리더

(2) 결함수 분석 전문가

(3) 공정운전 기술자

(4) 공정설계 기술자

(5) 검사 및 정비 기술자

(6) 비상계획 및 안전관리자

8. 필요한 자료

결함수 분석에 필요한 자료는 다음과 같다.

(1) 단위 기기 및 설비에 대한 고장률

(2) 단위 기기 및 설비에 대한 이용불능도

(3) 작업자 실수관련자료

(4) 일반원인 고장확률자료 (Common cause failure probability)

(5) 공정배관계장도 (P&ID)

(6) 안전운전절차

(7) 설계개념 및 공정설명서

(8) 주요기계장치 기본설계자료 (Equipment data sheet)

(9) 설계개념을 포함한 제어시스템 및 계통설명서

(10) 경보 및 자동운전정지 설정치 목록

(11) 배치도 (Plot plan) 및 기기배치도 (Equipment layout drawing)

(12) 배관재료 등 표준 및 사양서

(13) 안전밸브의 설정치 및 용량 산출자료

(14) 물질안전보건자료

(15) 공정흐름도 (PFD) 및 물질수지 (Material balance)

(16) 유틸리티 사양서

(17) 정비절차서

(18) 운전자의 책무

(19) 비상조치계획

(20) 기타 결함수 분석에 필요한 서류

9. 평가절차

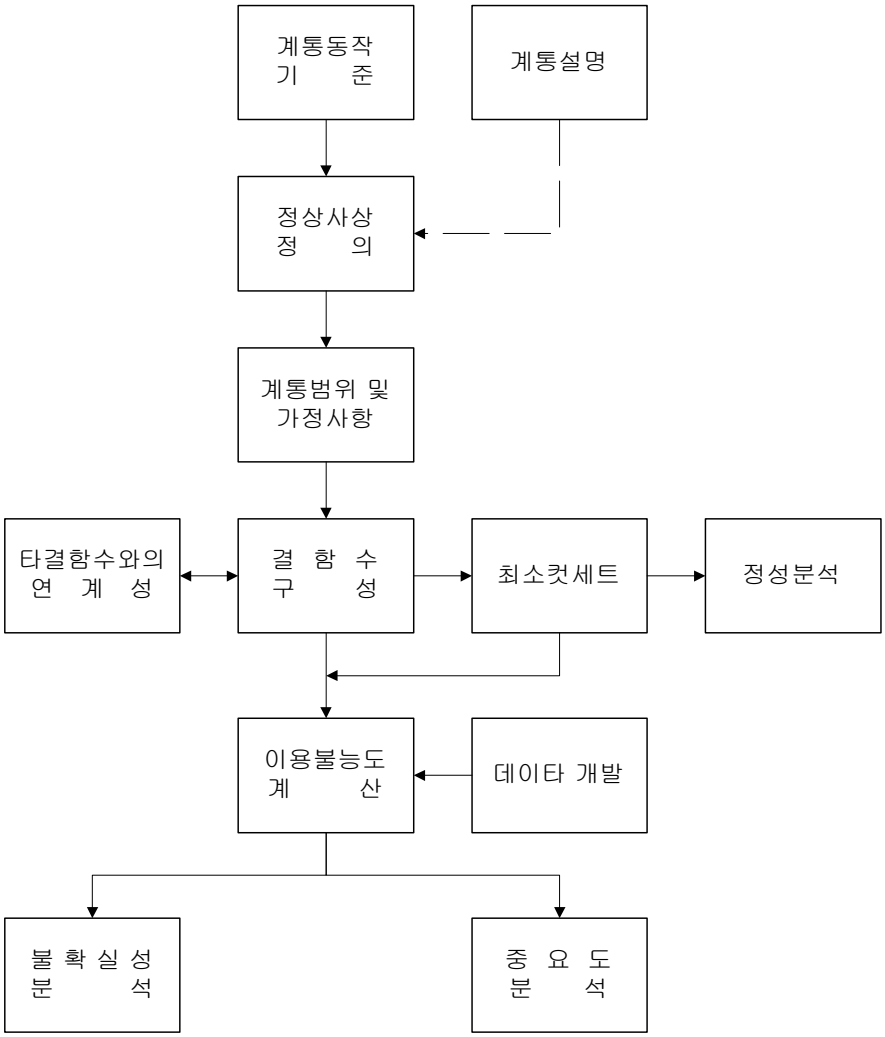
9.1 분석절차

(1) 결함수 분석은 분석대상 공정이 이용불능상태가 되는 모든 경우를 논리적 도형으로 표현한다.

(2) 공정의 기능상실을 정상 사상으로 정의하고 그러한 정상 사상이 발생할 수 있는 원인과 경로를 연역적으로 분석한다.

(3) 공정 또는 기기의 기능실패 상태를 확인하고 계통의 환경 및 운전조건 등을 고려하여 기능상실을 초래하는 모든 사상과 그 발생원인을 도식적 논리로 분석한다.

(4) 결함수 분석의 세부절차는 <그림 1>과 같다.

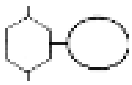


<그림 1> 결함수 분석세부절차

9.2 결함수 기호

결함수 분석에 사용되는 주요기호는 <표 1>과 같으며 기본 사상 및 기호 명명 요령은 <붙임 1>을 참조한다.

<표 1> 결함수에서 사용되는 일반적인 기호

기호	명명	기호설명
	기본 사상 (Basic event)	더 이상 전개할 수 없는 사건의 원인
	조건부사상 (Conditional event)	논리게이트에 연결되어 사용되며, 논리에 적용되는 조건이나 제약 등을 명시 (우선적 억제 게이트에 우선적으로 적용)
	생략사상 (Undeveloped event)	사고 결과나 관련정보가 미비하여 계속 개발될 수 없는 특정 초기사상
	통상사상 (External event)	유동계통의 층 변화와 같이 일반적으로 발생이 예상되는 사상
	중간 사상 (Intermediate event)	한개 이상의 입력사상에 의해 발생된 고장사상으로서 주로 고장에 대한 설명 서술
	OR 게이트 (OR gate)	한개 이상의 입력사상이 발생하면 출력사상이 발생하는 논리게이트
	AND 게이트 (AND gate)	입력사상이 전부 발생하는 경우에만 출력사상이 발생하는 논리게이트
	억제 게이트 (Inhibit gate)	AND 게이트의 특별한 경우로서 이 게이트의 출력사상은 한개의 입력사상에 의해 발생하며, 입력사상이 출력사상을 생성하기 전에 특정조건을 만족하여야 한는 논리게이드
	배타적 OR 게이트 (Exclusive OR gate)	OR 게이트의 특별한 경우로서 입력사상중 오직 한개의 발생으로만 출력사상이 생성되는 논리게이트
	우선적 AND 게이트 (Priority AND gate)	AND 게이트의 특별한 경우로서 입력사상이 특정 순서별로 발생한 경우에만 출력사상이 발생하는 논리게이트
	전이기호 (Transfer symbol)	다른 부분에 있는(예:다른 페이지) 게이트와의 연결관계를 나타내기 위한 기호. 전입(Transfer in)과 전출(Transfer out)기호가 있음.

9.3 정량화

결함수 분석에서 정량화 단계는 입력된 모든 기본 사상들의 이용불능도 계산에 필요한 고장률, 작동시간 등의 관련정보를 입력하는 것과 정상 사상, 이용불능도의 계산 및 결과 해석을 수행하는 것을 말한다.

9.3.1 신뢰도 자료

결함수 분석에 사용되는 기본 사상의 고장률, 이용불능도 등의 신뢰도 자료는 다음의 이용가능한 자료중에서 신뢰성이 높은 것을 선택하여 사용한다.

(1) 해당공정의 운전, 정비 자료로 부터 계산한 신뢰도 자료

(2) 화학설비 신뢰도 자료

(3) 국내·외 신뢰도 자료

(4) 설비 제작자가 제공하는 신뢰도 자료

(5) 기타 객관적으로 증명이 가능한 설비 신뢰도 자료

9.3.2 기본 사상의 정량화 방법

결함수 분석에 필요한 기본 사상의 정량화 방법은 다음과 같으며 <붙임 2>의 계산예를 참고한다.

(1) 기계적 고장(Hardware failures)으로 인한 이용불능도
기계적 고장은 대기 중 기동실패나 운전 중 작동실패로서 다음과 같이 분류한다.

(가) 대기 중 기동실패 (Standby failure)

대기상태에 있는 기기가 작동 요구시 기동이 실패하는 경우나 기동은 했지만 지속적으로 기능을 수행하지 못하는 경우로서 식 (1) 내지 식 (3)에 의하여 계산한다.
예) Fail to Start, Fail to Open/Close

① 시간당 고장률로서의 대기중인 기기의 기동실패 확률

$$q_c = \tfrac{1}{2}\lambda_s T_T \quad \cdots\cdots (1)$$

여기서, q_c : 기기의 평균 이용불능도
λ_s : 시간당고장률(고장/시간)
T_T : 시험주기(시간)

② 요구시 고장확률로서의 대기중인 기기의 기동실패 확률

$$q_c = q_d \quad \cdots\cdots (2)$$

여기서, q_c : 기기의 평균 이용불능도
q_d : 요구시 고장확률

③ 시간당 고장률과 요구시 고장확률을 모두 포함하는 경우의 대기중인 기기의 기동 실패 확률

$$q_c = q_d + \frac{1}{2}\lambda_s T_T \quad \cdots\cdots (3)$$

(나) 운전중 작동실패(Running failure)

운전중인 기기가 일정시간동안 계속 작동하지 못하는 작동중 실패 확률은 식 (4)와 같다.

예 ; Fail to run, Transfer closed

$$q_c = \lambda_o T_M \quad \cdots\cdots (4)$$

여기서, q_c : 작동실패확률

λ_o : 운전중 시간당 고장률(고장/시간)

T_M : 작동시간(Mission time)

(2) 보수정지로 인한 이용불능도 (Maintenance outage unavailability)

기기의 보수정지로 인한 이용불능도는 시험, 예방보수, 수리 등으로 인하여 사용할 수 없는 상황을 의미하며 다음과 같이 분류한다.

(가) 주기적인 시험과 계획예방 보수로 인한 계획 보수정지

$$q_{SM} = f_M(\tau_M / T_T) \quad \cdots\cdots (5)$$

여기서, q_{SM} : 계획보수로 인한 기기의 이용불능도

f_M : 시험주기동안에 발생 가능한 보수빈도

τ_M : 평균 기기보수 정지시간(시간)

T_T : 시험주기(Test period, 시간)

(나) 고장기기의 수리로 인한 비계획 보수정지

$$q_{RM} = f_R(\tau_R / T_T) \quad \cdots\cdots (6)$$

여기서, q_{RM} : 비계획 보수로 인한 기기의 이용불능도
f_R : 시험주기동안에 발생가능한 보수빈도
τ_R : 평균기기 보수시간(시간)
T_T : 시험주기(시간)

(3) 시험으로 인한 이용불능도(Test outage unavailability)

특정기기의 시험절차로 인하여 그 기능을 수행하지 못하는 경우로서 식 (7)로 구한다.

$$q_t = \tau_t / T_T \quad \cdots\cdots (7)$$

여기서, q_t : 시험보수정지로 인한 평균 이용불능도
τ_t : 평균시험시간(시간)
T_T : 시험주기(시간)

(4) 작업자 실수확률(Human error probability)

작업자에 대한 인간신뢰도 분석은 사고경위 전개과정에서 발생가능한 모든 실수를 파악하여 이를 모델링하고 정량화 한다.

(5) 공통원인 고장확률(Common cause failure probability)

중복설계는 계통의 신뢰도를 향상시키기 위한 것이나 이 중복설계의 효과를 감소시키는 것이 공통원인 고장으로서 유사한 환경에서 운전되는 동일 기기는 모두 일반원인고장의 대상이 될 수 있다.

9.3.3 결함수분석의 정량화 절차

결함수 분석의 정량화는 정상 사상에 대하여 구성된 결함수를 정량적으로 분석하여 이용불능도를 계산하는 단계로서 다음과 같이 수행한다.

(1) 구성된 결함수로부터 정상 사상을 유발시키는 사상들의 조합을 부울대수(Boolean algebra)로 표현한다.

(2) 부울대수를 풀어 정상 사상을 유발시키는 기본 사상들의 조합인 최소 컷세트(Minimal cutsets)를 구한다.

(3) 각각의 최소 컷세트에 포함된 기본 사상의 확률값을 대입하여 최소 컷세트에 대한 확률값을 구한다.
(4) 정상 사상을 유발시키는 모든 최소 컷세트에 대한 발생확률을 더하여 정상 사상에 대한 확률을 산출한다.

(5) 각 기본 사상이 정상 사상에 미치는 중요도 분석을 수행하여 기본 사상의 중요도를 계산한다.

9.4 기록

(1) 각각의 조치권고사항은 신중히 고려되어야 하고 만약 시행하도록 받아들여진다면 실제로 조치가 될 수 있도록 최종 보고서에 포함하여 보고한다.

(2) 조치를 해야할 결과들의 위험정도와 결함수분석 결과로 산출된 이들이 발생 가능한 빈도를 조합하여 특정한 권고사항을 작성한다.

(3) 후속조치를 담당하는 다른팀이 이해할 수 있도록 다음과 같은 자료들을 권고사항에 포함시켜 전달한다.

(가) 팀이 검토하였던 정상 사상의 선정 과정

(나) 팀에 의해 파악된 결과

(다) 팀이 제안한 변경의 요지

(라) 변경대상 또는 권고되는 검토사항

(4) 모든 권고사항은 다음과 같은 사항을 고려하여 작성한다.

(가) 무슨 조치가 필요한가?

(나) 어디에 이 조치가 필요한가?

(다) 왜 이 조치가 시행되어야 하나?

(5) 기록은 한글과 영문을 혼용할 수 있다.

10. 보고서 작성 및 후속조치

10.1 보고서 작성

10.1.1 문서화

결함수 분석을 수행한 결과로서 다음과 같은 내용을 문서화하여 보고서를 작성한다.

(1) 개요

(가) 공정 및 설비의 개요

(나) 공정의 위험특성

(다) 정상 사상의 설명 및 선정배경

(라) 팀 리더 및 구성원의 인적사항(<별지 양식 1> 참조)

(2) 결함수 분석 내용

(가) 평가방법

(나) 기본가정사항

(다) 공정설명 및 주요 운전조건

(라) 결함수 분석도(Fault tree analysis diagram)

(마) 게이트(Gate) 정보표(<별지 양식 2> 참조)

(바) 기본 사상(Basic event)정보표(<별지 양식 3> 참조)

(3) 정량화 결과 및 해석

(가) 최소 컷세트 계산결과표(<별지 양식 4> 참조)

(나) 예상사고 시나리오(<별지 양식 5> 참조)

(다) 위험성평가결과 조치계획(<별지 양식 6> 참조)

(4) 개선후의 결함수 분석내용

(가) 개선후 결함수 분석도

(나) 게이트(Gate) 정보표(<별지 양식 2> 참조)

(다) 기본 사상(Basic event) 정보표(<별지 양식 3> 참조)

(라) 최소 컷세트 계산결과표(<별지 양식 4> 참조)

(마) 개선후의 예상사고시나리오(<별지 양식 5> 참조)

10.1.2 참고자료

결함수 분석시 사용하였던 기술자료의 사본과 팀 리더가 사용했던 주요기기가 표시된 공정배관계장도를 위험성평가 서류에 함께 철하고, 검토보고서의 후속조치, 재설계 서류, 부기적인 권고사항 등 권고사항을 제시하기 위해 작성된 모든 작업서류도 모아 함께 철한다.

10.2 개선권고사항의 후속조치

10.2.1 후속조치의 우선순위

결함수 분석결과 최소 컷세트가 하나의 기본 사상으로 구성되어 있는 경우에는 반드시 개선권고사항에 대한 후속조치를 취해야 하며 나머지 개선권고사항에 대한 내용은 다음의 우선순위에 따라 적절한 조치를 강구하도록 한다.

(1) 발생확률

(2) 최소 컷세트에 포함되는 기본 사상의 빈도

10.2.2 감사

경영자는 공정안전관리 담당부서에게 평가결과 보고서의 내용들이 적절하게 추진되고 있는지를 감사하도록 한다.

10.2.3 책임부서의 지정

후속조치의 책임부서는 회사의 특성에 따라 정비부, 기술부, 사업부 등에서 각각 시행할 수 있도록 책임부서를 지정하여야 한다.

〈별지 양식 1〉

팀 리더 및 구성원 인적사항(예)

구 분	성 명	학력 및 전공	경 력	비 고
리 더	○○○	화학공학	공정기술 20년	
안 전	○○○	안전공학	안전/환경 12년	
외부전문가	○○○	산업공학	시스템안전 15년	

※ 구분란에는 팀 리더, 담당분야(전기기사, 공정기사 등)를 기재

〈별지 양식 2〉

게이트(Gate) 정보표(예)

번호	게이트명	형식[1]	차하위게이트[2]	차상위게이트[3]	비 고
1	GMK13567	AND	3	1	
2	GMA12764	OR	2	2	

주 1) '+' : OR, '*' : AND, '=' : EQUAL 게이트
2) 해당 게이트 차하위 게이트 또는 기본 사상의 수
3) 해당 게이트 차상위 게이트 수

〈별지 양식 3〉

기본 사상(Basic event) 정보표(예)

번호	기본 사상		고장확률(회/년)			비 고
	명칭[1]	내용[2]	개선전[3]	개선후[4]	참고문헌[5]	
1	DMPF1234	P-101 기동실패	5.7×10^{-7}	8.6×10^{-8}	CCPS	
2	RKPF3267	P-306 작동중정지	3.6×10^{-8}	2.1×10^{-9}	CCPS	

주 1) 기본 사상의 결함수 표기 명칭을 기재
2) 기본 사상의 구체적 내용을 간단히 기재
3) 개선전 기기/장치의 고장률
4) 개선후 기기/장치의 고장률
5) 고장확률 자료의 근거문헌을 표시

〈별지 양식 4〉

최소 컷세트(Minimal cutsets) 계산결과표(예)

총 컷세트 : 146 개 계산범위 : 1×10^{-8}
중복컷세트 : 40 개 정상 사상발생확률 : 2.7×10^{-3} 회/년
최소 컷세트 : 106 개

번호	컷세트확률	f-v	f-N	기본 사상구성내용
1	5.7×10^{-7}	0.3333	0.3333	DMPF1234
2	3.6×10^{-8}	0.1000	0.4333	RKPF3267

<별지 양식 5>

예상사고 시나리오(예)

컷세트			예상사고 시나리오	재해발생확률 (회/년)
번호	기본 사상 구성요소	결함수[1] 분석도		
1	P-101 기동실패	4 쪽	냉각수 펌프 기동실패로 인한 반응기 온도제어불능	5.7×10^{-7}
2	P-306 작동중정지	6 쪽	배출펌프 작동중정지로 인한 반응기 압력상승	3.6×10^{-8}

주 1) 기본 사상이 표시된 결함수분석도의 위치

<별지 양식 6>

위험성평가결과 조치계획(예)

번호	컷세트			재해발생확률(회/년)		개선권고사항	책임부서	조치일정	결과
	우선순위		기본 사상 구성요소	개선전	개선후				
	개선전	개선후							
1	1	4	DMPF1234	5.7×10^{-7}	8.6×10^{-8}	예비펌프신설	공무	'21.11	완료
2	2	6	RKPF3267	3.6×10^{-8}	2.1×10^{-9}	배출배관에 By-pass신설	공무	'21.12	완료

<붙임 1>

기본 사상 및 게이트 명명 요령

결함수 분석에 사용되는 기본 사상 및 게이트는 이름을 통해 해당사항의 계통, 기기종류, 고장의 형태를 쉽게 파악할 수 있도록 다음과 같은 방법으로 명명하도록 한다.

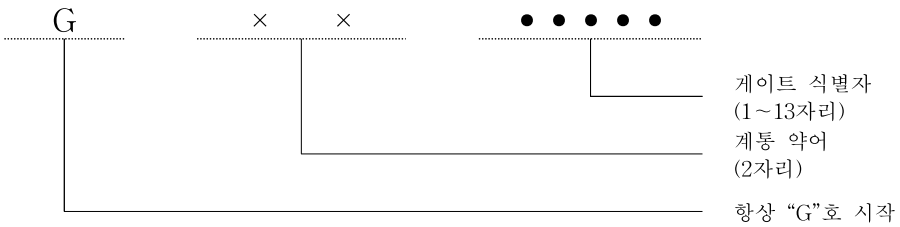
1. 게이트(Gate)

(1) 최대 16자 이내로 명명한다.

(2) 첫번째 자리는 항상 “G”로 시작한다.

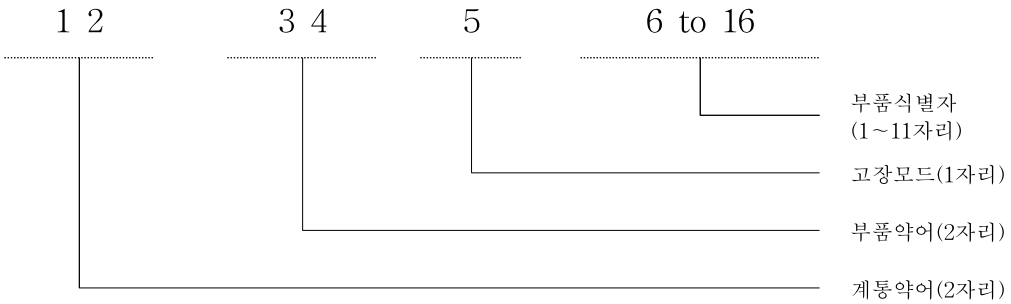
(3) 두번째와 세번째 자리는 각 계통을 나타내는 계통약어를 사용한다.

(4) 4번째부터 16번째 자리는 다른 게이트 이름과 구별하는 이름을 사용한다.



2. 기본 사상

다음과 같은 방법으로 기본 사상을 명명한다.



(1) 계통약어(System designator)

첫번째와 두번째 자리에 계통을 가리키는 계통약어를 쓴다.

(2) 부품약어(Component designator)

세번째와 네번째 자리에는 부품을 가리키는 부품약어를 쓴다.

(3) 고장모드(Failure mode)

다섯번째 자리는 고장모드를 나타낸다.

(4) 부품 식별자(Component identifier)

6번째부터 16번째 자리는 각각의 다른 부품의 기본 사상들과의 구별을 위해 사용된다. 그러나 11자리를 모두 사용할 필요는 없다. 다음과 같은 사항을 표기함으로써 다른 기본 사상들과 구별을 한다.

(가) 계통도에 표기된 부품의 이름

(나) 간략한 사상설명

<붙임 2>

신뢰도 계산방법(예)

기본적인 신뢰도 자료로부터 여러가지 종류의 신뢰도 자료를 어떠한 방법으로 구할 수 있는지와 각 자료의 의미는 어떠한 것인지를 살펴본다.

A라는 단위공장에서 단위공장의 정상운전 중에 펌프에 대하여 다음과 같은 자료가 수집되었다고 가정하자.

- 분석대상설비 : 펌프 10대에 대한 자료수집
- 자료수집기간 : 3년
- 펌프들의 총 운전시간 : 4500일(펌프 1대당 년평균 운전시간 : 150일)
- 펌프들의 총 작동횟수 : 300번(펌프 1대당 년평균 기동횟수 : 10번)
- 펌프들의 총 보수횟수 : 100번
- 펌프들의 총 보수시간 : 45일(펌프 1대당 년평균 보수기간 : 1.5일)
- 펌프들의 총 이용불능(Out of service)시간
  : 60일(펌프 1대당 년평균 이용불능시간 : 2일)
- 펌프들의 고장모드별 총고장횟수

고장모드	고장횟수
가동중정지	10
기동실패	2
외부누출	35

1. 가동 중 정지에 대한 고장률은 다음과 같이 계산할 수 있다.

(1) 가동 중 정지 시간당 고장률

= (가동중정지 횟수) / (펌프들의 총운전시간)
= 10 / 4500일
= 0.0022 / 일
= 0.81 회/ 년

(2) 년 가동 중 정지 발생율
= (가동중정지 횟수) / (펌프들의 총 필요시간)
= (가동중정지 횟수) / (자료수집기간×펌프수)
= 10 / (3년×10)
= 0.33 회/ 년

2. 기동실패 고장률은 다음과 같이 계산할 수 있다.

(1) 기동실패 작동횟수당 고장률
= (기동실패 횟수) / (펌프들의 총 작동횟수)
= 2 / 300
= 0.0067

(2) 기동실패 시간당 고장률
= (기동실패 횟수) / (펌프들의 총 필요시간)
= (기동실패 횟수) / (자료수집기간×펌프수)
= 2 / (3년×10)
= 0.067 회/ 년

3. 외부누출 고장률은 다음과 같이 계산할 수 있다.

외부누출 시간당 고장률
= (외부누출 횟수) / (펌프들의 총 필요시간)
= 35 / (3년×10)
= 1.17 회/ 년

4. 년평균 이용불능도는 다음과 같이 계산할 수 있다.

년평균 이용불능도
= (펌프들의 총 이용불능시간) / (펌프들의 총 필요시간)
= 60일 / (3년×10)
= 0.031

5. 펌프 보수 및 고장당 평균 이용불능시간은 다음과 같이 계산할 수 있다.

보수 및 고장당 평균이용불능시간
= (펌프들의 총 이용불능시간) / (펌프들의 총 보수횟수)
= 60일 / 100
= 0.6일 = 14.4시간

6. 펌프 보수 및 고장당 평균보수시간은 다음과 같이 계산할 수 있다.

보수 및 고장당 평균보수시간
= (펌프들의 총 보수시간) / (펌프들의 총 보수횟수)
= 45일 / 100
= 0.45일 = 10.8시간

7. 펌프 보수 및 고장 빈도는 다음과 같이 계산할 수 있다.

보수 및 고장 빈도
= (펌프들의 총 보수횟수) / (펌프들의 총 필요시간)
= 100 / (3년×10)
= 3.3 회/ 년

기술지원규정 개정 이력

□ 개정일 : 2021. 12.

○ 개정자 : 안전보건공단 정용재

○ 개정사유 : 최신 양식에 부합하도록 지침 보완

○ 주요 개정내용

- 1. 목적 : 문구 수정
- 기타 자구 수정 등

□ 개정일 : 2026. 1. 30.

○ 개정자 : 한국산업안전보건공단 전문기술실

○ 개정사유 : 확인(체계정비)

○ 주요 개정내용

- 국문 명칭(기술지침→기술지원규정) 개정
- 조항 4(법적 필수사항) 추가

KOSHA GUIDE
기술지원규정

·규정번호 : C-C-39-2026
·심　　의 : 산업안전보건표준제정위원회
·공 표 일 : 2026. 1. 30.