KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE 기술지원규정

공정안전 성과지표 작성에 관한 기술지원규정 C-C-27-2026

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

- 2010년 6월 화학안전분야 제정위원회 심의(제정)
- 2012년 7월 총괄 제정위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영)
- 2025년 11월 화학안전분야 전문위원회 심의(개정)
- 2026년 1월 표준제정위원회 본위원회 심의(개정)

○ 관련규격 및 자료

- Developing process safety indicators: HSE, 2006
- Process safety leading and lagging metrics: AICHE CCPS, 2007

○ 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. 일반사항 ····· 2

4.1 이중 보증 - 각 위험관리 시스템에 대한 선행 및 후행 지표 ····· 2

4.2 위험관리 시스템에서 선행지표와 후행지표의 역할 ····· 3

5. 성과지표 작성 절차 ····· 4

5.1 성과지표 작성 6단계 ····· 4

5.2 1단계: 시행조직 체계 확립 ····· 5

5.3 2단계: 지표범위의 설정 ····· 6

5.3.1 2.1단계: 조직 수준 선택 ····· 6

5.3.2 2.2단계: 측정 시스템 범위 확인 ····· 9

5.3.2.1 2.2.1단계: 위험 시나리오 확인 ····· 10

5.4 3단계: 위험관리 시스템 확인 및 효과 판단 ····· 10

5.4.1 3.1단계: 어떤 위험관리 시스템이 마련되어 있는가? ····· 10

5.4.2 3.2단계: 바람직한 안전 결과 선택 ····· 11

5.4.3 3.3단계: 후행지표 설정 ····· 11

5.4.4 3.4단계: 결과에서 벗어난 이탈 추적 ····· 12

5.5 4단계: 각 위험관리 시스템의 필수요소 확인 ····· 12

5.5.1 4.1단계: 위험관리 시스템의 가장 중요한 부분 결정 ····· 12

5.5.2 4.2단계: 선행지표 선정 ····· 13

5.5.3 4.3단계: 허용기준 설정 ····· 13

5.5.4 4.4단계: 허용기준에서 벗어난 이탈 추적 ····· 14

5.6 5단계: 데이터 수집 및 보고 자료 준비 ····· 14
5.7 6단계: 검토 ····· 15

<부록> 예시: 적용사례 ····· 17

공정안전 성과지표 작성에 관한 기술지원규정

1. 목 적

이 규정은 사업주가 스스로 공정안전관리제도를 이행할 때 필요한 공정안전 성과 지표를 작성하여 평가에 활용할 수 있는 공정안전 성과지표 이행에 관한 기술적 내용을 정하는 데 그 목적이 있다.

2. 적용범위

이 규정은 중대산업사고 예방을 위한 공정안전관리를 효율적으로 이행 및 평가 하고자 하는 사업장에 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 규정에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

(가) “선행지표(Leading Indicator)”란 미래성과에 영향을 미치는 현재과정에 투입되는 조치를 측정 할 수 있는 위험기계의 유지관리 수준, 변경관리 수준과 같은 지표를 말한다.

(나) “후행지표(Lagging Indicator)”란 과거 조치들에 기인된 결과를 측정 할 수 있는 재해율, 강도율과 같은 지표를 말한다.

(다) “아차사고 및 다른 내부 후행지표(Near Miss and other internal Lagging Metrics)”란 정도가 심하지 않은 사고들(즉, 사업장에서 후행지표에 포함되지 않는 사고들) 또는 하나 이상의 보호조치가 필요하게 되는 불안전한 상태를 의미하며 이러한 상황은 실제 사건(즉 후행지표)이 아니라 할지라도 조건에 따라 궁극적으로 큰 사고로 이어질 수 있는 지표를 말한다.

(라) “‘공정 안전 관리 시스템”이란 위험 물질의 생산, 저장 및 처리에서 발생하는 중대 산업사고를 예방하기 위한 조직의 관리 시스템을 말한다.

(마) “위험관리시스템(Risk Control System, RCS)”이란 공정안전관리시스템 내에서 잠재위험요소가 사고로 이어 질 수 없도록 방해 하는 장해물 또는 방호조치를 말한다.

(바) “동적 모니터링”이란 사고/사건 이전에 성능에 대한 피드백을 제공하는 활동을 말한다.

(사) “반응 모니터링”은 사고를 확인하고 그에 대한 보고를 통해 제어 장치가 제대로 갖추어져 있는지 점검하고, 취약점을 확인하며, 실수를 통해 교훈을 얻을 수 있는 활동을 말한다.

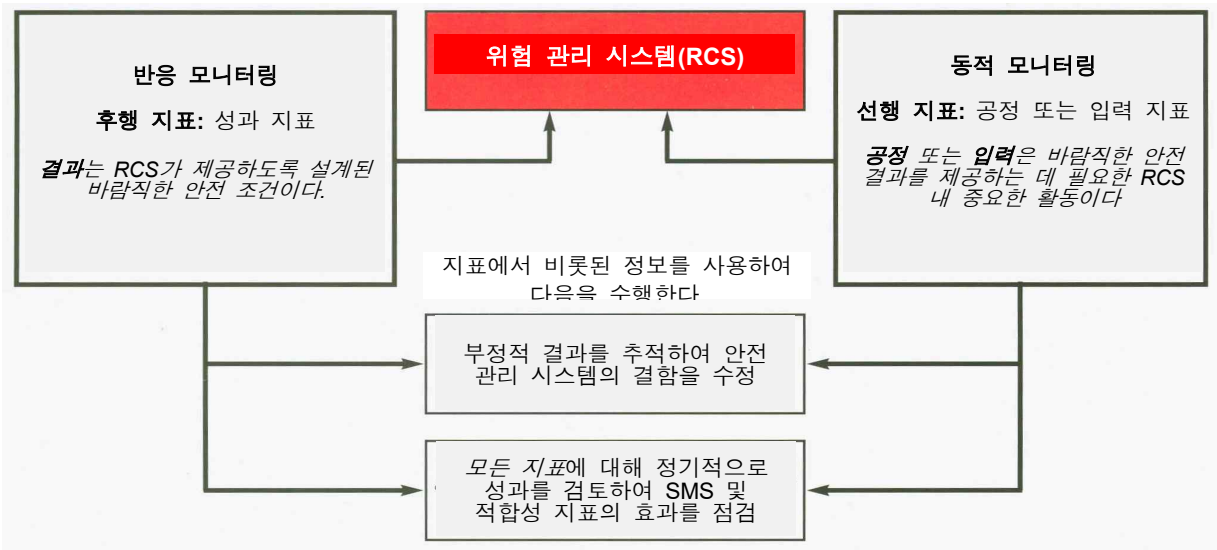
(2) 그 밖에 용어의 뜻은 이 규정에서 규정하는 경우를 제외하고는 「산업안전보건법」 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 「산업안전보건기준에 관한 규칙」에서 정하는 바에 따른다.

4. 일반사항

4.1 이중 보증 - 각 위험 관리 시스템에 대한 선행 및 후행 지표

(1) 본 규정에서는 주요 위험 관리 시스템이 의도대로 작동하고 있다는 ‘이중 보증’의 개념을 도입하였는데 선행 및 후행 지표는 전체 공정 안전 관리 시스템 내에서 각 핵심 위험 관리 시스템을 위한 구조적이고 체계적인 방식으로 설정된다.

(2) 두 지표는 <그림1>에서와 같이 위험 관리 시스템이 의도대로 작동하고 있음을 확인하는 이중 보증을 제공하거나 문제가 발생하기 시작했다는 경고를 제공하면서 서로 연계하여 시스템 보호 장치로서의 역할을 한다.

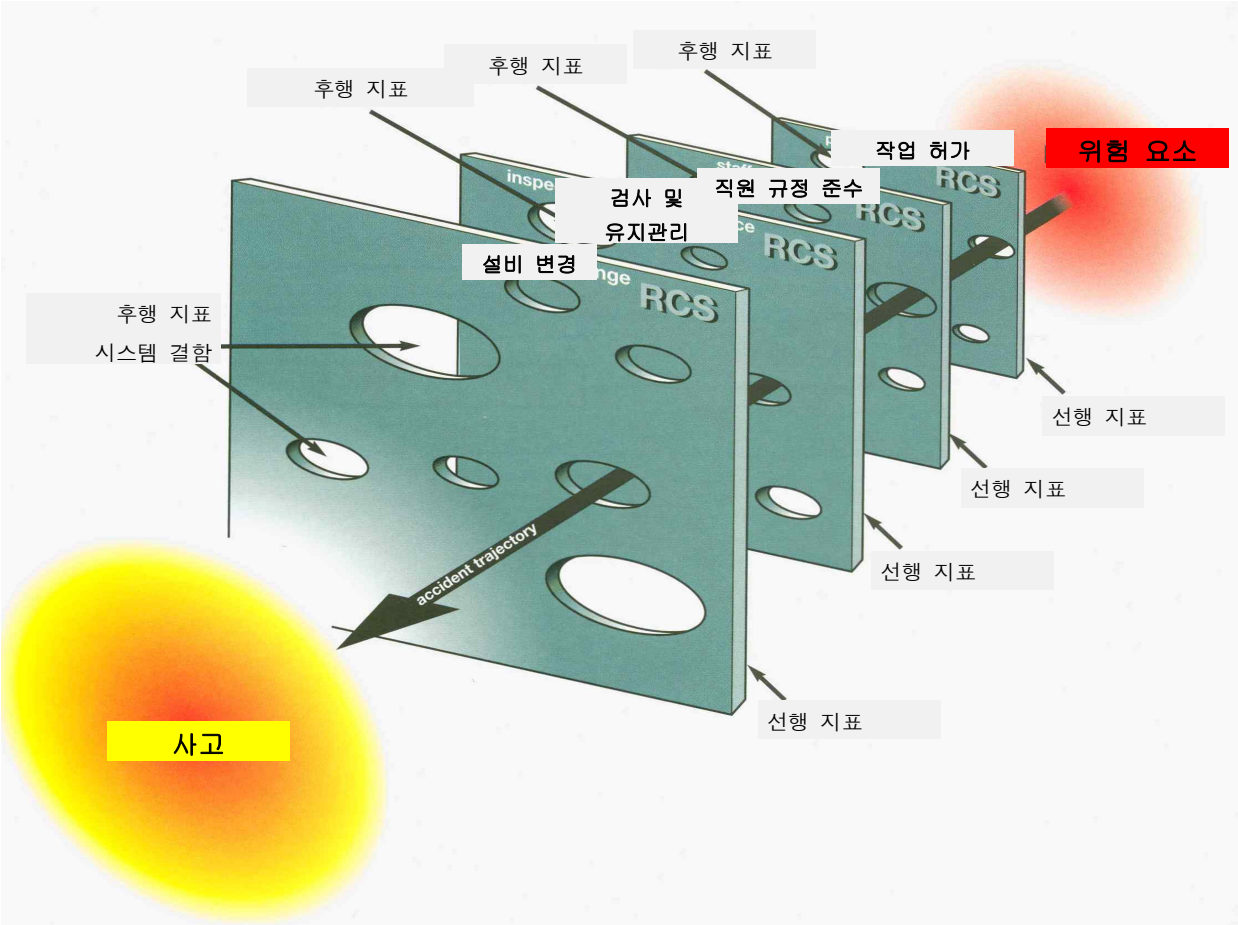


<그림 1> 이중 보증 - 위험 통제 시스템의 성능을 측정하는 선행 및 후행 지표

4.2 위험관리 시스템에서 선행지표와 후행지표의 역할

(1) 위험관리시스템에서 선행 지표는 위험 관리 시스템 내 중대한 활동 실행에 관한 정기적 점검 중 발견된 위험 관리 시스템의 핵심 측면에서 실패 또는 '구멍'을 확인한다.

(2) 위험관리시스템에서 후행 지표는 사고 또는 불상사에 이어 발견된 장애물에서 실패 또는 '구멍'을 보여 주는데 사건이 반드시 상해 또는 환경 손상을 초래하지는 않으며 해당 위험 관리 시스템의 실패에서 기인하는 아차 사고, 공정 사고 또는 원치 않는 결과일 수 있다.



<그림 2> 중요한 위험 관리 시스템에서 결함을 감지하도록 설정된 선행 및 후행 지표

5. 성과지표 작성 절차

5.1 성과지표 작성 6단계

성과지표 작성을 위한 6단계는 <표 1>과 같다.

<표 1> 성과지표 작성 및 측정 6단계

1단계	지표를 시행할 조직 체계 확립	관리자 또는 책임자 임명
		실행 팀 구성
		최고 경영진의 관심과 지원 필요
2단계	- 대상 범위 결정 - 문제 발생 가능성 있는 요소 및 발생 원인 확인	측정 단위 조직 수준 선택
		측정 시스템 범위 규명: ■ 사고 시나리오 확인 (문제발생이 예상되는 부분) ■ 위험요소 시나리오별 원인 확인
3단계	- 중대 산업사고 방지를 위한 위험 관리 시스템 확인 - 각 시스템의 성과 결정 및 후행 지표 설정	어떤 위험 관리 시스템이 마련되어 있는가?
		성과 설명
		후행 지표 설정
		허용 기준을 벗어난 이탈 추적
4단계	각 위험 관리 시스템의 필수 요소 (즉, 성과를 낼 수 있도록 정확하게 작용해야 하는 조치나 프로세스) 확인 및 선행 지표 설정	위험 관리 시스템에서 가장 중요한 부분은 무엇인가?
		선행 지표 설정
		허용 기준 설정
		허용 기준에서 벗어난 이탈 추적
5단계	데이터 수집 및 보고 시스템 확립	정보 수집, 정보/측정 단위의 가용 여부 또는 설정 가능 여부 확인
		프리젠테이션 형식 결정
6단계	검토	공정 관리 시스템의 성과 검토
		지표 범위 검토
		허용 기준 검토

5.2 1단계 : 시행 조직 체계 확립

성과 측정 시스템을 구현하려면 새로운 조직이 필요 하며 누군가 사내에서 공정 안전 측정을 위한 사례를 마련한 다음 실행에 하는 것이 효과적 이고 도입 효과 및 비용을 세심하게 고려하여 정확한 지표의 세부 사항을 결정해야 한다.

(1) 관리자 또는 책임자 임명

임명된 관리자 또는 책임자는 다음 업무를 수행하여야 한다

(가) 새로운 개념 및 시스템의 도입을 촉진, 추진 및 조정

(나) 성과측정 사례집을 작성하여 회사 안전, 보건, 환경, 품질 개선 시스템과 연계

(다) 아이디어 창출 및 진행 상황 전달

(라) 이 영역의 다른 작업자들과 계속 연락하여 올바른 작업 절차에 대한 정보를 수집

(마) 달성된 효과의 확인 및 평가

(2) 실행팀 구성

일반적으로는 조직 내 안전관리자가 이러한 업무의 실행을 추진 하지만 대규모 조직에서 한 사람이 단독으로 처리하기에는 업무량이 과도하므로 공정 안전 지표의 도입을 관리할 팀을 구성하는 것이 더 적합한 경우가 종종 있으므로 실행 팀의 필요성 여부를 결정하기 위해 다음 요인들을 고려하여 구성한다.

(가) 한 사람이 책임지기에는 작업량이 과도할 수 있다.

(나) 팀 접근법으로 추가적 효과를 얻을 수 있다(예: 공동 아이디어)

(다) 분주한 안전 위원회가 있는 대규모 조직의 경우 별도의 운영팀이 필요할 수 있다.

(라) 팀원들은 공통된 이해와 위험 및 제어 장치에 대한 주인의식을 함양해야 한다.

(3) 최고 경영자의 참여 및 지원

고위 관리자는 위험 관리에 최종적인 책임이 있으므로 의미 있는 지표를 적극 채택하는 것이 대단히 중요하다. 따라서 경영진, 최고 경영자 및 이사들은 선택된 지표가 공정 안전 위험을 적절히 제어하는데 필요한 정보가 적절한 범위 및 수준으로 제공한다는 것에 확신이 있어야 하며 공정 안전 지표의 도입을 위해 적절한 자원 및 지원이 제공되도록 해야 한다.

5.3 2단계 : 지표범위의 설정

(1) 지표를 적용할 조직 수준을 다음과 같이 선택한다.

(가) 조직 전체

(나) 개별 현장 또는 현장그룹

(다) 개별 설치물/설비

(2) 범위 설정은 공정 안전 관리의 적절성에 대한 충분한 정보를 제공하기 위해 올바른 지표를 선택하는 것에 관한 중요한 문제이므로 한 업체 내 많은 조직 수준에서 성능을 모니터링하여 계층별로 정보를 제시할 수 있다.

5.3.1 2.1단계 : 조직 수준 선택

(1) 이 규정은 주로 대규모 또는 멀티사이트 조직에 적용되며 그림3을 참조하여 조직 수준별 성과지표를 선정한다.

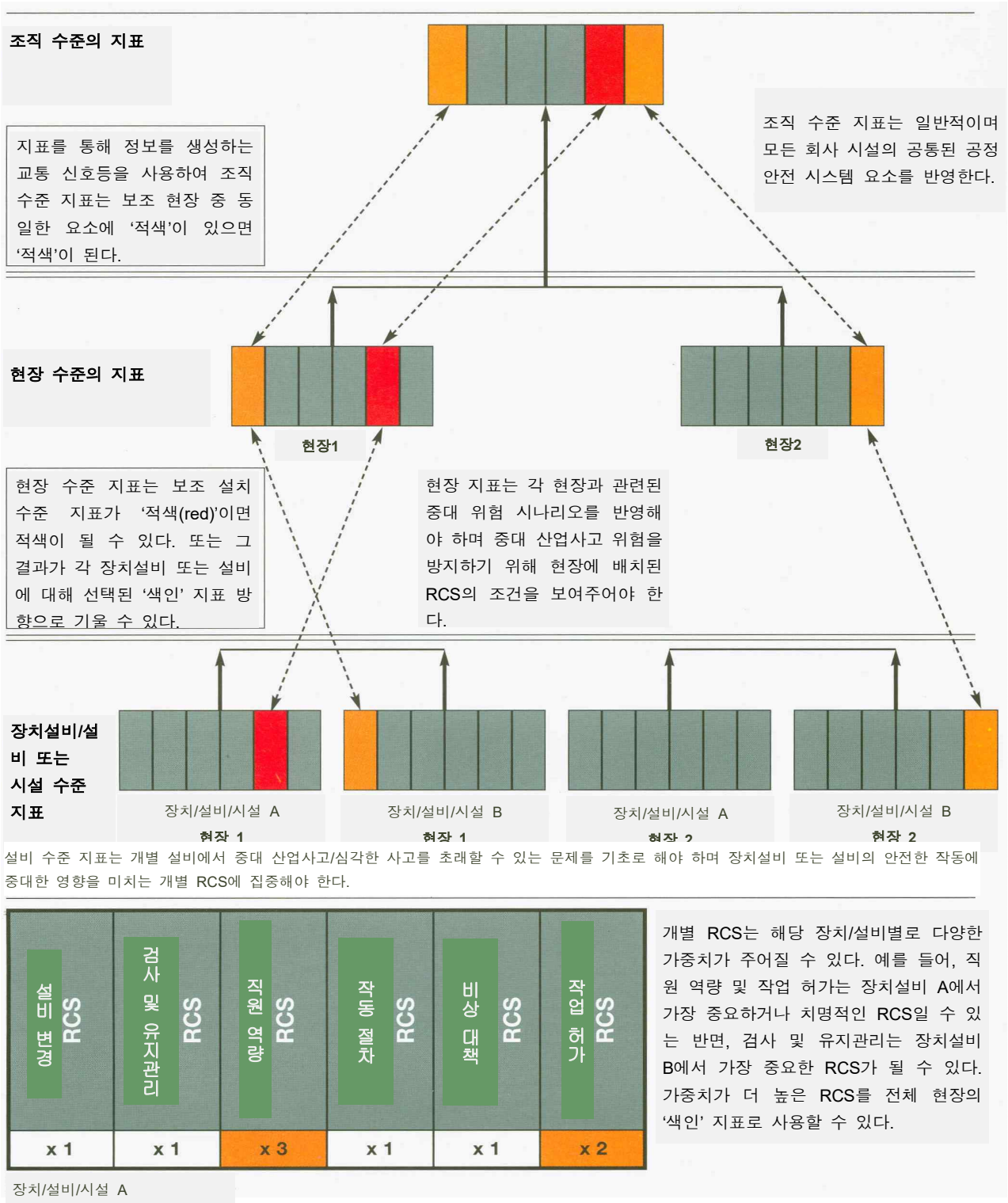
(2) 지표의 성격은 설정된 조직 수준에 따라 달라 질 수 있는데 조직 전체에 대해 설정된 지표는 그 성격에 의해 더 일반적인 경향이 있는 반면에, 설비 또는 현장 수준에서 설정된 지표는 주요 활동 또는 공정에 더 집중하여 그러한 활동의 기능에 대한 더 직접적이고 세부적인 피드백을 제공한다.

(3) 조직 차원의 지표들은 기업 목표를 기초로 할 수 있지만 중요한 것은 현장 수준에서 채워지는 정보 또한 포함시켜야 한다.

(4) 설비 수준에서 설정된 지표는 관리자에게 특정 공정 또는 활동이 의도대로 작동 중임을 보여주는 정보를 정기적으로 제공하며 선택한 활동에 대해 매우 구체적인 성과 정보를 제공한다(예를 들어, 설비 설계, 설비 변경, 해당 작동 영역 내 계획된 검사 및 유지관리 등).

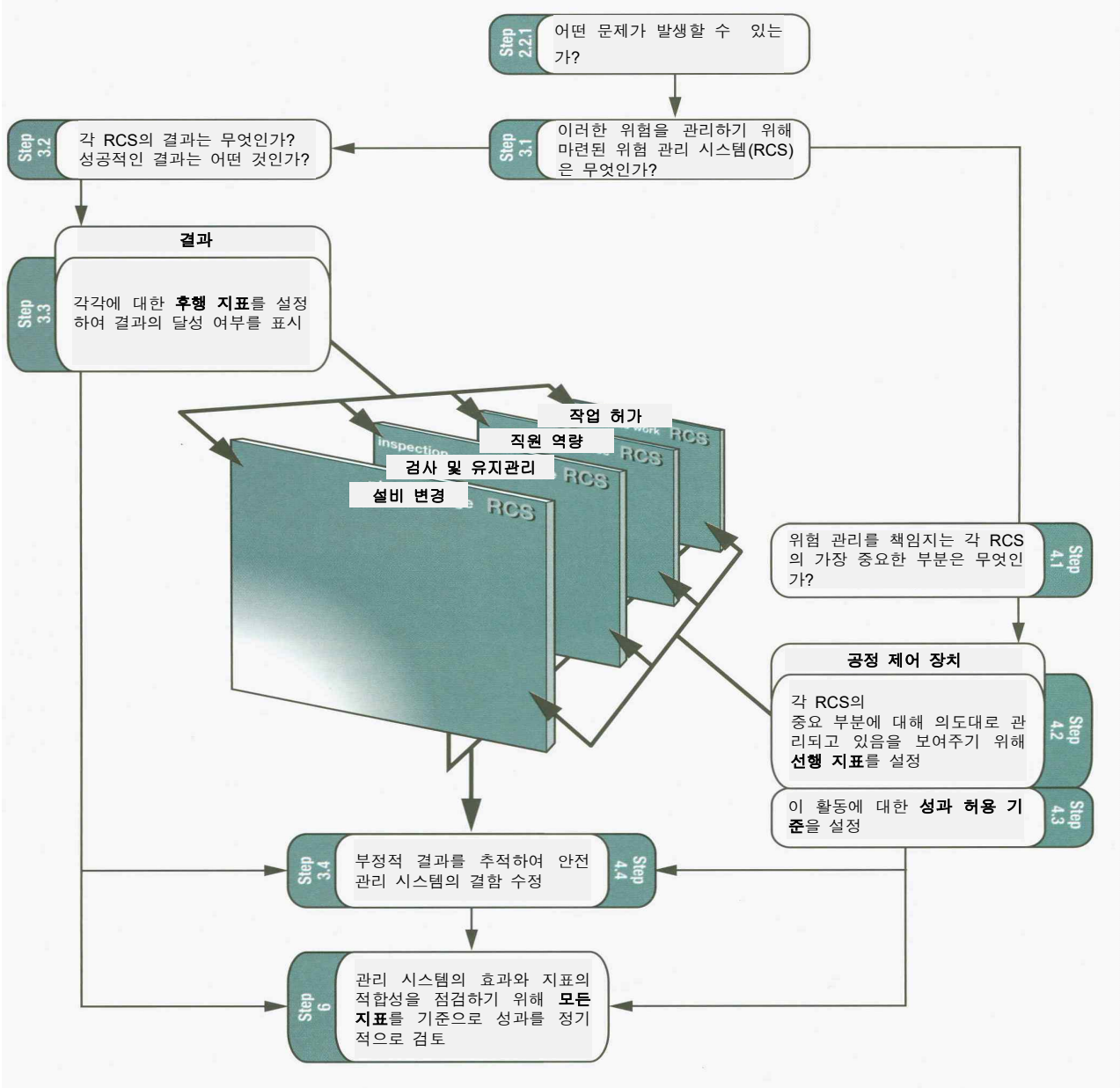
(5) 현장 수준의 지표는 전체 현장에서 작동 중인 중대 시스템의 개요를 제공한다. 계층적 접근법을 사용하여 개별 장치설비 또는 운영 설비에서 나오는 정보는 전체 현장에서 요약될 수 있다(예를 들면, 하청업자, 비상 계획, 직원 역량 관리)

(6) 정유업체 같은 복합 단지와 멀티사이트 조직 내의 경우, 성과 측정 시스템은 계층적 접근법을 토대로 해서 매우 집중된 설비 수준 지표로부터 출발하여 일반적인 현장 수준과 조직 수준 지표까지 포괄할 수 있는데 이러한 하위 수준 지표를 측정하여 특정 현장 또는 장치설비에서 그 중요도를 반영하거나, 또는 주요 시스템이 현장 또는 조직 전체에서 의도대로 작동하고 있음을 보여주는 '색인 지표(index indicators)'로 지정될 수 있다.



<그림 3> 멀티사이트 조직을 위한 계층별 성과 관리 수준 지표 선정

(7) 그림 4는 각 중요 위험 관리 시스템에 대해 먼저 후행 지표, 그런 다음 선행 지표를 설정하는 데 사용되는 방법을 보여주고 있으며 나란히 움직이는 선행 지표와 후행 지표 간 강한 연결은 문제의 위험이 효과적으로 관리되고 있다는 이중 보증을 제공한다.



<그림 4>. 성과지표 설정 개요

5.3.2 2.2단계 : 측정 시스템 범위 확인

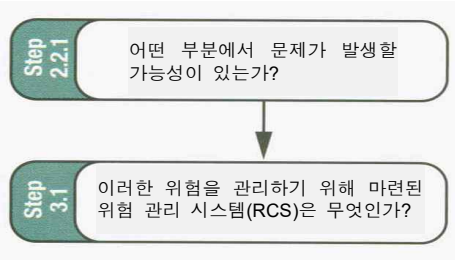
다음을 기초로 범위를 확인한다.

(가) 주요 공정 안전 위험 및 주요 위험 관리 시스템

(나) 비즈니스 위험에 대한 더 큰 보증이 필요한 영역

5.3.2.1. 2.2.1단계 : 위험시나리오 확인 - 어떤 부분에서 문제가 발생할 가능성이 있는가?

생산 활동과 관련된 다양한 위험 시나리오, 예를 들어, 유해 물질의 저장, 사용 및 이송 같은 활동에서 발생할 수 있는 공정 안전 위험를 먼저 확인하기 위하여 생산활동 주요 영역 내에서 어떤 부분에서 문제가 발생할 가능성이 있는지 질문한다.



<그림 5> 어떤 부분에서 문제가 발생할 가능성이 있는지 확인

5.4 3단계 : 위험관리 시스템 확인 및 효과 판단

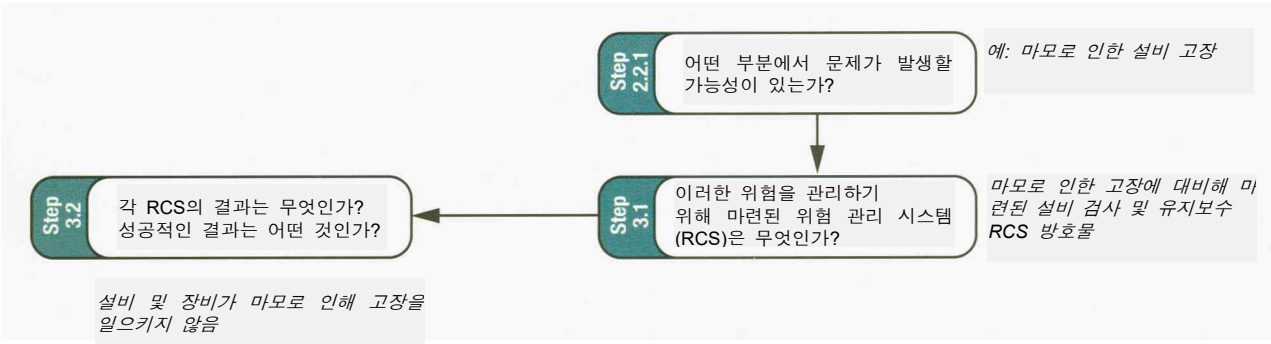
(1) 중요한 위험관리 시스템을 나열한다.

(2) 각 위험관리 시스템의 성능을 설명한다.

(3) 성능 목표 달성 여부를 표시하기 위해 후행 지표를 설정한다.

5.4.1 3.1단계 : 어떤 위험관리 시스템이 마련되어 있는가?

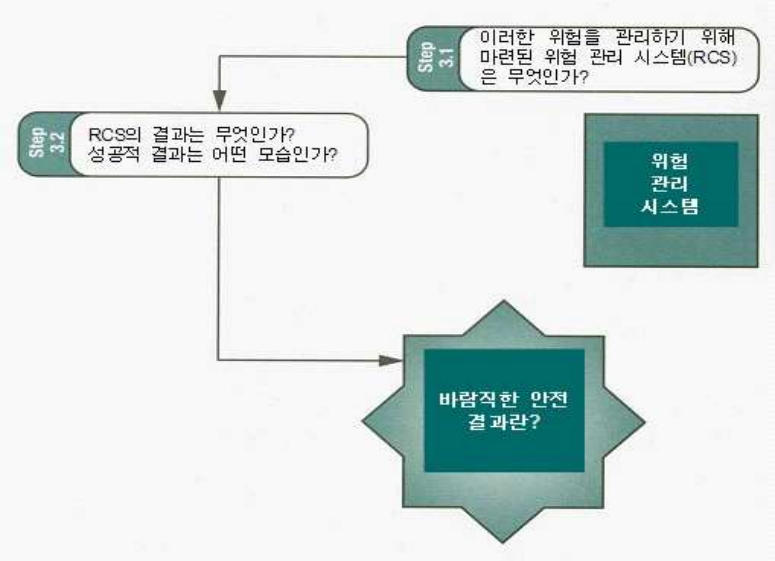
각 사고 시나리오에 대해 이러한 사고을 예방하거나 그 결과를 완화하기 위해 마련된 위험 관리 시스템을 확인한다. 예방 또는 완화라는 목표에 있어서 여러 위험 관리 시스템이 서로 연계되어 있거나 중복되어 있을 수 있다. 3부의 표 3에 설명된 대로 위험 관리 시스템 매트릭스를 작성하면 도움이 될 수 있다.



<그림6> 배치된 위험 관리시스템을 고려

5.4.2 3.2단계 : 바람직한 안전 결과 선택

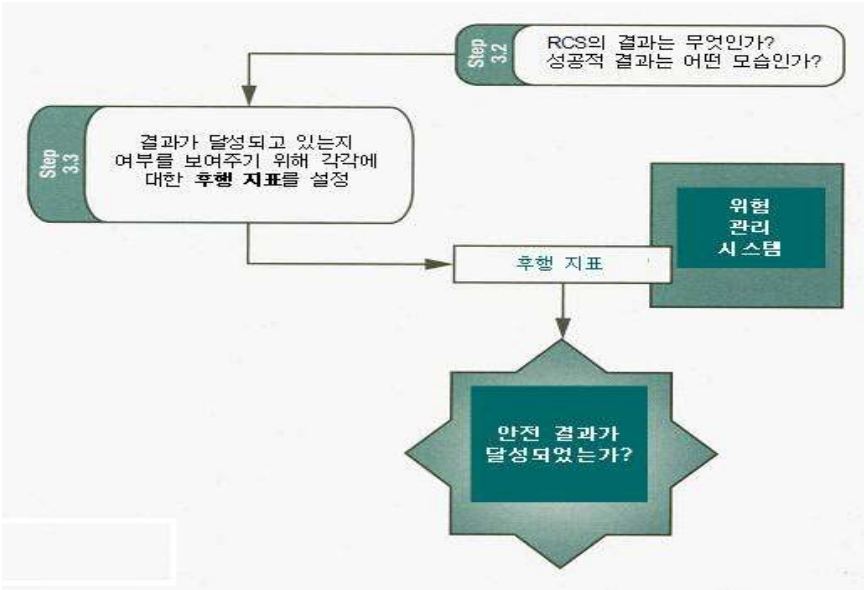
사고 방지 또는 결과 완화를 책임지는 위험 시나리오 관련 위험 관리 시스템에 대해 결정을 내린 후에 위험 시나리오에 영향을 줄 수 있으므로 각 위험 관리 시스템에 대해 성공적 결과란 어떤 모습이어야 하는가를 결정한다. 이것은 '바람직한 안전 결과'로 표현되어야 한다. 예를 들어, 한 설비 검사 및 유지관리 위험 관리 시스템에 대해 바람직한 안전 결과는 '부품 마모로 인한 필수 안전 설비 또는 장비의 장애 또는 고장일 수 없다.



<그림7> 바람직한 안전 결과

5.4.3 3.3단계 : 후행지표 설정

결과를 달성하고 있는지 여부를 직접 표시하기 위해 각각의 후행 지표를 설정한다. 결과가 분명히 설명된 경우 하나의 지표(예: 유해위험 물질 누출로 인한 사고, 또는 부식, 마모 또는 손상이 원인으로 판명된 필수 안전 설비 고장의 횟수)만 사용하는 것이 가능해야 한다. (설비 검사 및 유지관리 위험 관리 시스템에 대한 하나의 후행 지표는 부품 마모로 인한 필수 안전 설비 또는 장비의 예상 장애 또는 고장 횟수일 수 있다.



<그림 8> 목표한 성과의 달성 여부를 표시하기 위해 후행 지표를 설정

5.4.4 3.4단계 : 결과에서 벗어난 이탈 추적

지표 설정은 위험 관리 시스템의 핵심 부분의 실패 또는 의도했던 성과의 모든 이탈을 추적하지 않는 한 성능 개선을 달성할 수 없다. 후행 지표의 경우 목표했던 결과를 달성하지 못할 때마다 시스템이 실패한 이유를 파악하기 위해 조사를 실시해야 한다. 매번 개선을 수행할 것인지 여부를 고려할 기회가 주어진다. 이 과정에서 얻은 교훈을 전체 조직에서 적용해야 한다.

5.5 4단계 : 각 위험관리 시스템의 필수요소 확인

(1) 결과를 얻는데 매우 중요한 각 위험 관리 시스템의 요소를 확인한다.

(2) 위험 관리 시스템 요소의 효과를 모니터링하기 위해 선행 지표를 설정한다.

(3) 각 지표에 대한 허용 기준 범위를 설정한다.

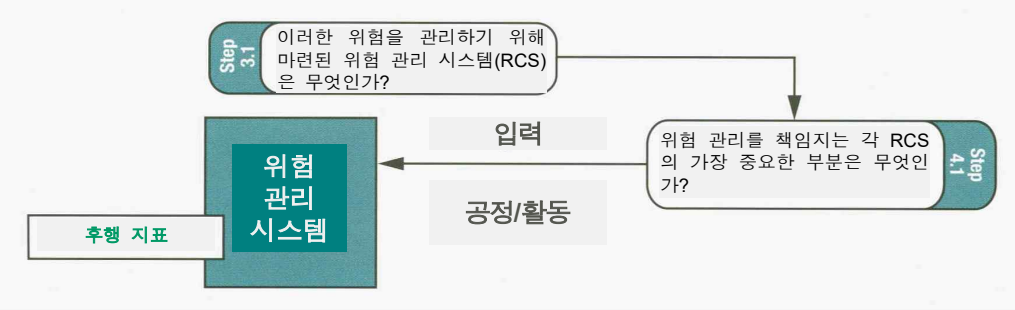
5.5.1 4.1단계 : 위험관리 시스템의 가장 중요한 부분 결정

위험 관리 시스템의 모든 부분을 모니터링할 필요는 없으며 관리해야 할 주요 측면을 결정할 때 다음 요인을 고려한다.

(1) 각 경우에서 정확하게 실시해야 할 활동이나 작업은 무엇인가?

(2) 시간 경과에 따른 품질 저하에 책임을 지는 것은 시스템의 어떤 측면인가?

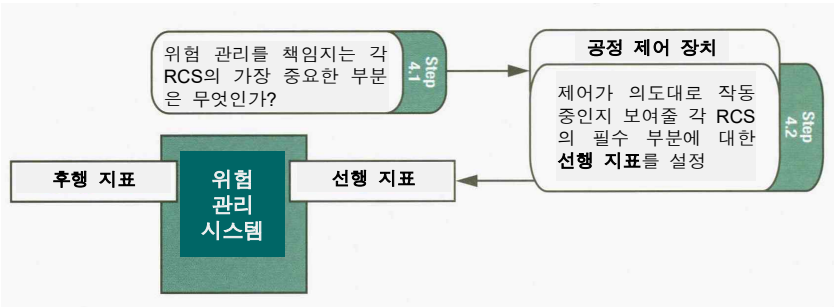
(3) 어떤 활동이 가장 자주 수행되는가?



<그림 9> 위험 관리 시스템의 가장 중요한 부분 확인

5.5.2 4.2단계 : 선행지표 선정

모니터링할 위험 관리 시스템의 가장 중요한 부분이 결정되면 그 시스템이 의도대로 작동하고 있는지를 표시할 각각의 선행 지표를 설정한다. (예: 기간내 검사하여야 할 필수 안전 설비 대비 검사를 실시한 설비의 비율)



<그림 10> 선행 지표 설정

5.5.3 4.3단계 : 허용기준 설정

각 선행 지표에 대해 허용 기준이 설정되어야 한다. 이것은 고위 경영진의 관심을 끌기 위해 표시할 성과의 편차 부분을 나타낸다.

(1) 허용 기준은 0으로 설정할 수 있으며, 이는 조치의 100%가 일정에 따라 완료되어야 한다는 뜻이다. 또는 경영팀에 이를 강조하기 이전에 회사가 어느 정도의 편차를 허용할 수 있으며, 이 경우 허용 기준은 100% 미만으로 설정되어야 한다.

(2) 허용 기준은 활동 책임자가 아닌 경영팀에 의해 설정되어야 한다. 이를 통해 경영진은 성과가 허용 가능한 수준을 벗어나 관리가 필요한 영역을 결정할 수 있다.



<그림 11> 허용 기준 설정

5.5.4 4.4단계 : 허용기준에서 벗어난 이탈 추적

허용 기준에서 벗어난 이탈을 추적해야 하며 그렇게 하지 않으면 정보 수집의 의미가 없다. 따라서 성과 정보 시스템의 주요 목적은 공정 제어 관리 시스템이 나빠졌거나 의도한 결과를 보여주지 않는 영역을 나타내는 것이다.

5.6 5단계 : 데이터 수집 및 보고 자료 준비

지표에 대한 정보/측정 단위가 있는지 혹은 설정될 수 있는지 확인하고 프리젠테이션 양식을 결정한다.

(1) 수집

(가) 지표를 선택하고 허용 기준이 설정되면 조직 내에서 관련 정보를 즉시 사용할 수 있는지 확인하는 것이 중요하다. 경험상 볼 때,공정 안전 지표군을 지원하는 데 필요한 정보 및 데이터는 다른 목표로, 예를 들어, 품질 관리 또는 비즈니스 효율을 위해 이미 제공되어 수집된다. 하지만 데이터가 공정 안전 위험에 대한 완벽한 정보군을 구성하도록 맞추는 것이 중요하다.

(나) 모든 정보를 수집하고, 경영팀을 위한 보고서를 컴파일링하여 설정된 허용 기준에서 벗어난 이탈이 있는 경우 경보를 울리는 담당자 1인을 통해 성과 데이터를 조정하는 것이 가장 이상적이다.

(2) 발표 및 보고

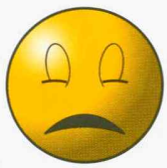
(가) 성과 데이터의 프리젠테이션을 가능한 단순하게, 즉 단일 시트에 요약하여 보관한다. 설정된 허용 기준 또는 목표와 중요한 트렌드에서 벗어난 이탈을 분명히 보여주는 것이 중요하다.

(나) 예를 들면 그래프, 차트 또는 '대시보드'가 이러한 프리젠테이션에 가장 적합할 것이다. 또는 교통 신호등(녹색 - 양호, 황색 - 약한 이탈, 적색 - 큰 이탈) 또는 '웃는 얼굴/슬픈 얼굴'<표 2 참조> 같이 다양한 시스템을 사용하여 양호한 부분과 그렇지 못한 부분을 강조할 수 있다.

(다) 고위 경영진 팀은 정기적으로 주요 성과 정보를 보고 받고 시정 조치에 대한 결정을 내려야 한다.

(라) 위험 관리 시스템 지원과 관련된 후행 지표(결과를 기준으로 성공 정도 포함)와 선행 지표간 연결을 분명히 보여주는 데이터를 제시한다. 이로써 그 사이의 인과 관계가 명확하게 강조될 것이다.

<표 2> 다양한 결과에 대한 선행 및 후행 지표

	결과 1	**결과 2**
선행 지표		
후행 지표		
잠재적 문제	핵심 요소 제어에 연관성이 적은 선행 지표	비효과적인 관리 시스템
잠재적 원인	**잘못된 부분 측정**	**잘못된 작업 수행**

5.7 6단계 : 검토

주기적으로 검토하여야 할 필수 구성요소는 다음과 같다.

(1) 공정안전관리 시스템의 성능

(2) 지표범위

(3) 설정된 허용 기준

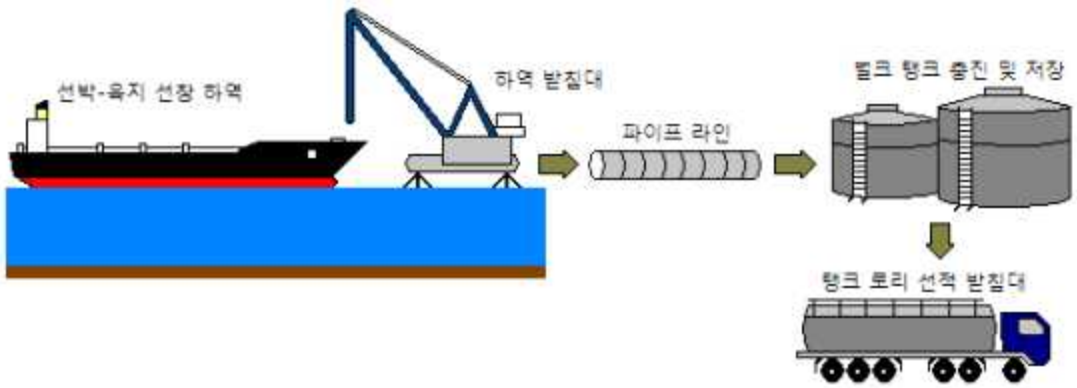
(가) 각 위험 대비 성능은 고위 경영진이 정기적으로 검토하여 전체 공정 안전 관리 시스템이 의도한 결과를 제공하는지 확인하고, 중대한 시스템이 의도한 대로 계속 작동한다는 보증을 제공해야 한다.

(나) 성능이 선행 지표 그룹에 대해서는 부실하지만 후행 지표는 만족스러운 경우, 선택한 선행 지표는 바람직한 결과를 전달하거나 유지하는 필수 제어 수단과 거리가 먼 것일 수 있다. 예를 들어, 도입 교육 완료 비율이 측정될 수 있는 반면, 특정 활동의 안전을 보장하는 것이 해당 공정 활동의 교육 및 완료보다 좀 더 중요할 수 있다.

(다) 선행 지표 그룹이 정확하고 위험 관리 시스템과 긴밀히 연결되어 있지만 관련 후행 지표가 부실한 성능을 보여주는 경우 해당 위험 관리 시스템은 바람직한 결과를 달성하기에 비효과적일 가능성이 높다.

<부록> 예시 : 적용사례

본 적용 사례는 이 규정의 2 ~ 4단계를 적용하여 위험물질 저장 탱크 터미날 현장에 대한 공정 안전 지표를 개발하는 방법을 보여준다.



<그림 12> 위험물질 저장 탱크 터미널 현장

1. 회사 및 공정 개요

회사는 두 개의 개별 탱크 밀집 구역(이전에 2개의 개별 사업체로서 소유 및 운영)으로 구성되고, 각각 80개 벌크 액체 탱크를 포함하는 현장에서 액체 화학제품을 처리하는 계약 저장 사업을 운영하고 있다. 제품은 대부분 선박으로 들여오고 하구역 옆 운하의 방파제에서 하역된다. 육지 면 하역은 업체 직원이 수행한다. 제품은 사유지와 작은 공공 도로를 지나는 고정 파이프라인을 통해 현장에 이송된다. 두 현장 모두 탱크로리 선적 받침대가 있다.

선박-육지 이송은 나사로 고정한 연결 장치를 포함하는 유연한 호스 연결부로 연결식 받침대를 통해 착수된다. 탱크 로리 충진은 유연한 회선을 사용하는 일부 바닥 하역을 통해 고정된 오버헤드 받침대에서 이루어진다. 발주자의 하청 운전자가 자신의 차량을 채운다. 두 현장 모두 24시간 작업이 이뤄진다.
육지와 장치설비 사이의 모든 라인은 정기적으로 세척되고 채워지기 때문에 제품을 변경하려면 종종 벌크 탱크를 비우고 청소해야 한다.
대부분의 탱크는 연강이며 탱크 그룹용 흙 제방과 개별 벽돌 제방과 함께 콘크리트 베이스 위에 위치한다. 현장에서 질소가 발생하고 유틸리티에는 천연 가스 공급장치가 포함된다.

2. 취급·저장 물질

다음 물질을 포함하여 인화성, 독성 및 부식성이 높은 물질이 현장에 저장되어 있다.

헥산	올레핀	디클로로메탄
헵탄	윤활유	에틸렌 디브로마이드
가솔린		트리클로로메탄
아세톤	연료유	스티렌
피리딘	메탄올	가성 소다
	프로판올	황산(98%)

3. 공정안전지표 작성 절차(2-4단계)

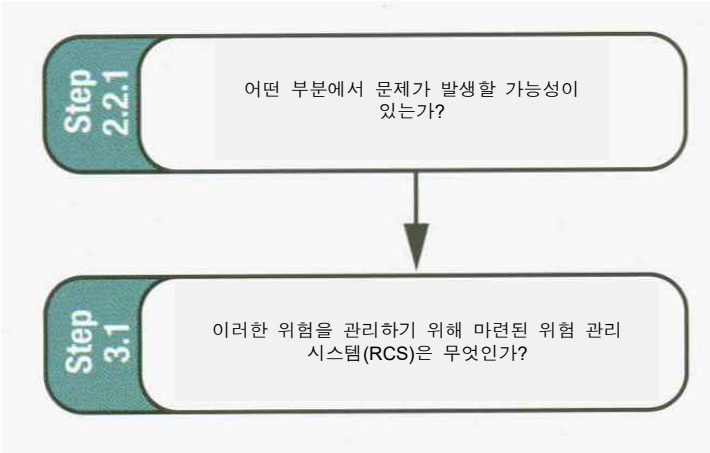
공정 안전 지표 작성을 위한 주요 단계는 다음과 같다.

(1) 2.2단계: 범위 확인
- 중대 산업사고를 초래할 수 있는 위험 시나리오 확인
- 위험 시나리오의 직접적 원인 확인

(2) 3단계: 위험 관리 시스템을 확인하고 각 시스템의 '바람직한 안전 결과'를 기술해서 후행 지표를 설정
- 마련되어 있는 위험 관리 시스템을 확인하여 확인된 사고의 영향을 방지 또는 완화,
- 각 위험 관리 시스템의 '바람직한 안전 결과' 확인
- 각 위험 관리 시스템의 후행 지표 설정

(3) 4단계: 각 위험 관리 시스템의 필수 요소 확인 및 선행 지표 설정
- 위험 관리 시스템의 가장 중요한 요소를 확인하고 각 요소에 대한 선행 지표 설정
- 각 선행 지표에 대한 허용 기준 설정
- 평가대상 현장 또는 활동과 가장 관련성이 높은 지표

3.12.2 단계-범위 확인



<그림 13> 어떤 부분에서 문제가 발생할 가능성이 있는지 확인

3.1.1 2.2.1단계- 중대 산업사고로 이어질 수 있는 위험 시나리오 규명

주요 사고 시나리오를 기술하면 지표를 설정해야 하는 가장 중요한 활동과 제어 장치에 초점을 맞추는 데 도움이 된다. 이러한 시나리오는 4단계에 나오는 유용한 비교 검토를 구성하게 된다. 4단계에서는 측정할 위험 관리 시스템의 필수 요소를 결정한다.

(1) 이 현장의 경우 주요 공정 안전 사건 시나리오는 다음과 같다.

(가) 저장 탱크:
- 제방 내부로 액체 유실
- 제방 외부로 액체 유실
- 화재 및 폭발
- 탱크 내 화재/폭발
- 제방 내 화재
- 제방 외부 화재

(나) 하역설비(Dockline) 및 벌크 저장 탱크로 제품 이송
- 하역설비의 액체 유실
- 고정 파이프라인의 액체 유실(연결 장치, 밸브, 펌프 및 플랜지)
- 선창 화재 및 제품 이송 파이프라인 및 제품 유출
- 플랫폼의 충돌 누출

(다) 탱크 로리 충진:
- 이송 라인의 액체 유실

- 탱크 로리의 액체 유실
- 탱크 로리의 화재 또는 폭발
- 탱크 로리 충진 구역 화재

(2) 이러한 사고은 다음 결과를 야기할 수 있다.

(가) 유독 가스 구름 또는 독성 연기

(나) 현장의 중대 화재

(다) 선창의 중대 화재

(라) 현장 외 지역의 중대 화재(예: 파이프라인 옆)

(마) 환경 손상

3.1.2. 2.2.2단계-위험 시나리오의 직접적 원인 확인

직접적 원인은 봉쇄 실패를 야기하는 최종 실패 메커니즘이다. 이러한 원인은 보통 설비나 장비의 무결성에 문제를 일으키는 요인으로 간주될 수 있다.

(1) 위험 시나리오는 다음에 의해 초래될 수 있다.

(가) 다음에 의한 연성 호스, 연결 장치, 펌프, 밸브, 고정 파이프 작업 또는 벌크 탱크의 고장
- 마모
- 부식
- 손상
- 가압 과다/부족
- 화재 또는 폭발

(나) 다음의 과다 충진
- 벌크 탱크
- 탱크 로리

(다) 우발적 방출:

- 열어둔 밸브, 바르게 연결되지 않은 연결부

(2) 1차적 원인을 규명하는 데 도움이 되도록 문제가 있는 것으로 확인된 지역 및 과거 사고/아차 사고 데이터를 반드시 검토한다. 이 단계는 무결점을 위협하는 문제를 방지하거나 억제할 위험 관리 시스템을 결정할 때 반드시 필요한 중요 단계이다.

1차적 원인

마모

- 물리적 마모
- 진동/압박

부식

- 대기 노출로 인한 연강 탱크의 반응
- 잘못된 제품 이송/저장이나 비효과적인 탱크/파이프 세척으로 인해 탱크/파이프에서 호환되지 않는 제품에 의해 유발되는 화학적 반응 또는 잔여물에 대한 반응

손상

- 차량, 설비/장비 등에 의한 충돌/충격
- 사용 중 손상
- 선박/유조선 배송(장착 상태)
- 용접/연마 같은 활동
- 탱크 내부 점화 또는 탱크의 구조적 무결점에 영향을 주는 외부 화재

가압 과다/부족

- 잘못된 제품 이송/저장은 파이프 작업의 고정 압력, 파이프/통풍구 막힘 초래
- 탱크의 잘못된 질소 블랭킷 발생
- 비효과적인 탱크 세척은 신제품 추가 시 발열성 또는 흡열성 반응 유발

화재 및 폭발

- 가연성 대기에서 점화원 관리 실패
  - 접지선 연결 실패
  - 정전기 축적 방지를 위한 유속 제한 확인 실패
  - 잘못된 장비 선택
  - 탱크의 잘못된 질소 블랭킷 발생
  - 손상되거나 잘못 선택한 위험 지역 전기 장비에서 점화
  - 고온 작업 제어 실패
  - 뇌우 중 제품 이동 중단 실패
  - 비상 소화장비 공급 실패

과충진

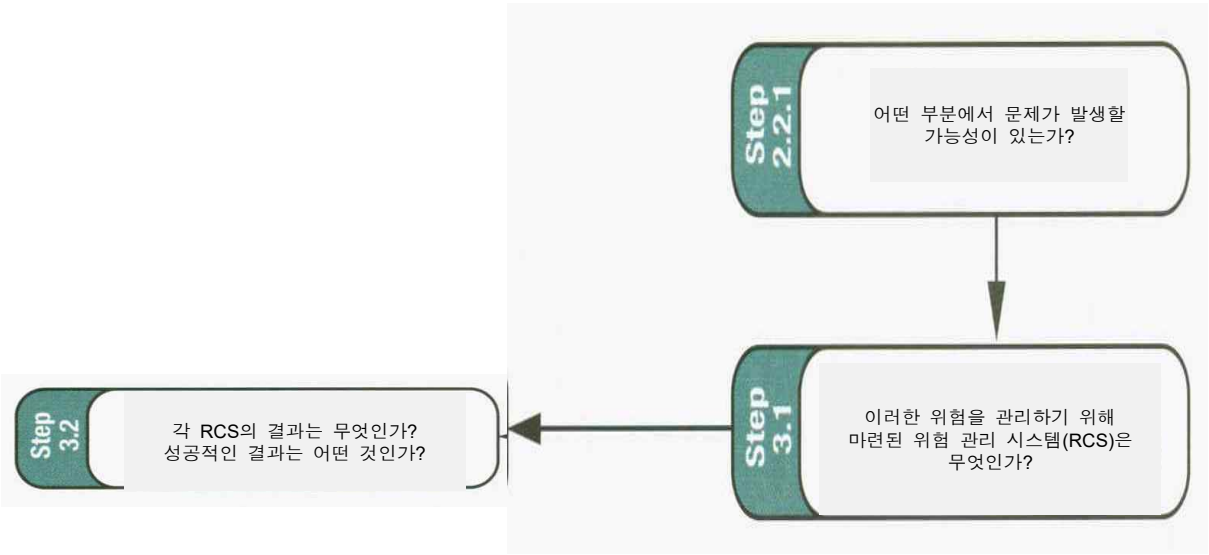
- 잘못된 제품 이송 또는 잘못된 유속의 원인:
  - 통신 미비
  - 계기 고장
  - 잘못된 제품 경로 설정
  - 탱크 계량 실패

우발적 방출

- 열어둔 채 방치된 밸브
- 잘못된 연결 장치
- 차단 플레이트 누락 등

3.2 3.1단계-관련된 위험 관리 시스템 확인

<표 3과> 같은 위험 관리 매트릭스를 작성하면 사고 시나리오 안에 확인된 무결점 문제를 관리할 때 가장 중요한 위험 관리 시스템을 쉽게 결정할 수 있다.



<그림 14> 마련되어 있는 위험 관리 시스템 확인

<표 3> 위험 관리 매트릭스

검사 및 유지관리	설비 무결점에 대한 위협 요소						
	마모	부식	손상	가압 과다/ 부족	화재 및 폭발	과 충 진	기타 우발적 방출
연성 호스, 연결 장치, 펌프, 밸브, 플랜지, 고정 파이프, 벌크 탱크	✓	✓	✓		✓		
계기				✓		✓	
접지					✓		
탱크 배출구				✓			
화재 감지 및 소화 장비					✓		
직원 역량							
호환 탱크 선택		✓		✓	✓		
적합한 용량의 경로 및 탱크 선택						✓	
운전자 오류			✓				✓
올바른 연결 장치, 개폐 밸브, 시작 펌프 등				✓			✓
검사 및 유지관리 작업을 수행하기 위한 적절한 기술 및 경험	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
비상 대책					✓		
작업 절차							
호환 탱크 선택		✓		✓			
적합한 용량의 경로 및 탱크 선택				✓		✓	
올바른 연결 장치, 개폐 밸브, 시작 펌프 등				✓		✓	✓
탱커 선적						✓	
선박-육지 사전/사후 이송 점검				✓		✓	✓
비상 대책					✓		
계기 및 경보							
설비 변경							
규격이 올바른 재료/장비 선택	✓	✓			✓		✓
올바른 설치/변화 실행	✓	✓		✓	✓		
연락							
사전/사후 이송 점검 완료		✓		✓		✓	✓
비상 조치 유인					✓	✓	✓
작업 허가							
고온 작업 관리					✓		
물리적 손상/권양 작업 예방			✓				
안전 격리							✓
설비 설계	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
비상 대책					✓		✓

(1) 위험 시나리오 관리를 위한 주요 위험 관리 시스템이 표 4에서 제시되어 있다.

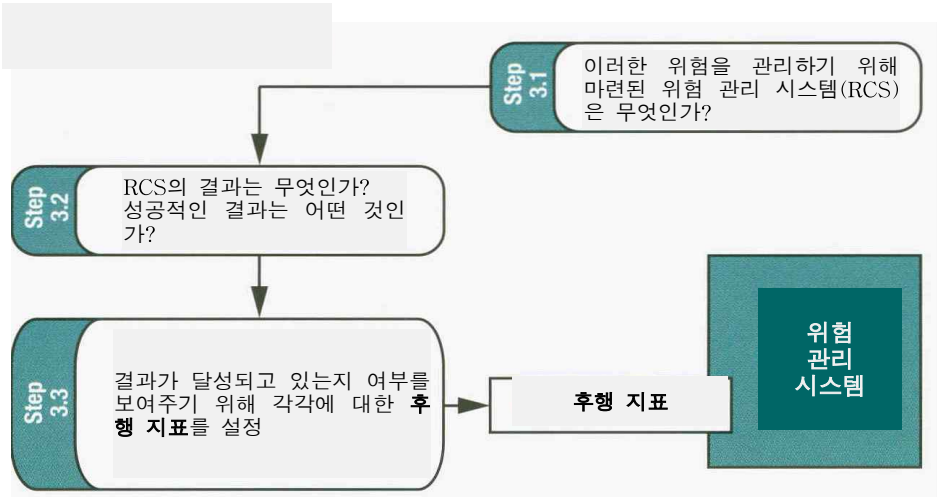
(2) 설치의 위험 관리 시스템 대조 목록

현장 활동과 관련하여 가장 중요한 중대 위험 시나리오의 관리 및 완화에 대한 위험 관리 시스템을 요약하면 다음<표4>와 같다.

<표 4> 주요 위험 관리 시스템

위험 시나리오	위험 관리 시스템
마모	검사 및 유지관리 직원 역량 설비 개조/변경, 임시 개조 포함 설비 설계
부식	검사 및 유지관리 직원 역량 작업 절차 연락 설비 변경 설비 설계
손상	직원 역량(계약자 포함) 작업 절차 작업 허가 작업장 내 운송 검사 및 유지관리 설비 설계
가압 과다/부족	직원 역량 작업 절차 계기 및 경보 연락 검사 및 유지관리
화재 및 폭발	작업 허가 설비 검사 및 유지관리- 특히 전기 장비 직원 역량 작업 절차 설비 변경 설비 설계 접지선 연결 시스템
과충진	직원 역량 작업 절차 계기/경보 연락
우발적 방출	직원 역량 작업 절차 작업 허가 연락
비상 대책	위에 열거된 모든 시나리오에서 사고 발생이나 봉쇄물질 유실로 인한 결과를 완화하는 것은 매우 중요하다. 따라서 이 위험 관리 시스템은 이 사업장에 마련되어 있는 전체 시스템 목록에 포함된다.

3.3 3.2단계: 결과 확인 및 후행 지표 설정



<그림 15> 결과 확인 및 후행 지표 설정

(1) 각 위험 관리 시스템을 구비하는 이유와 규명된 시나리오의 달성사항에 대해 논의하고 합의해 결정하는 일은 매우 중요하다. 이러한 합의 없이는 이 결과의 달성을 측정할 수 없다.

(2) 안전 및 비즈니스 우선순위를 지지할 수 있도록 긍정적 결과를 '성공'이라는 단어로 표현하는 것이 가장 좋다. 그런 다음 이 지표를 달성하거나 달성하지 못했을 때 이를 긍정적 또는 부정적 지표로 설정해서 표시할 수 있다. 부정적 지표를 선택함으로써 데이터에 의해 제거되는 일이 없도록 성공이 정상적인 결과가 되어야 한다. (예외 보고)

(3) 다음 질문이 도움이 될 수 있다.
- 위험 관리 시스템을 왜 갖추어야 하는가?
- 관련해 어떤 효과가 있는가?
- 시스템을 갖추지 않을 경우 어떻게 되는가?

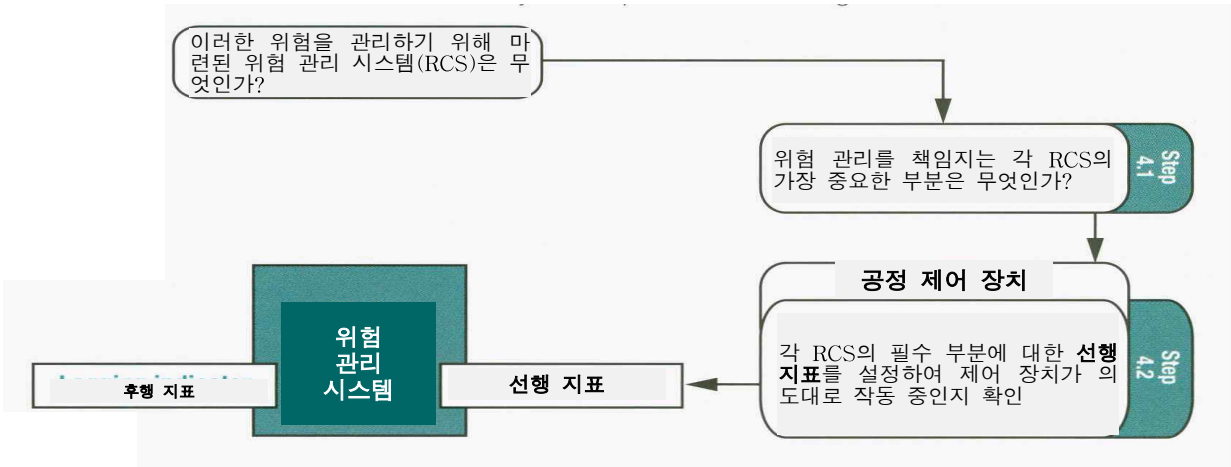
(4) 설정된 지표는 합의로 정한 위험 관리 시스템 결과와 바로 연결되고 결과 달성의 성공/실패를 측정할 수 있어야 한다.

3.4 4단계- 각 위험 관리 시스템의 필수 요소 확인 및 선행 지표 설정

(1) 측정해야 할 각각의 위험 관리 시스템의 요소가 너무 많다. 위험 관리 시스템의 모든 부분을 모니터링할 필요는 없으며 다음을 고려하여 포함시킬 대상을 결정한다.

- 각각의 경우에서 어떤 활동이나 작업이 정확하게 수행되어야 하는가?
- 시간 경과에 따른 품질 저하에 책임을 지는 것은 시스템의 어떤 측면인가?
- 어떤 활동이 가장 빈번하게 수행되는가?

(2) 이를 통해 성공적 결과를 얻기 위해 중요한 각 위험 관리 시스템의 필수 요소를 확인할 수 있다.



<그림 16> 필수 요소 확인 및 선행 지표 설정

4. 위험 관리 시스템에 대한 지표의 예

다음 부분에서는 3단계 및 4단계를 통해 설비에 배치되어 있는 공정 안전 관리 시스템의 중요한 각 위험 관리 시스템에 대한 지표를 확인하는 방법을 설명한다. 처음에는 여러 개의 결과와 이어지는 후행 및 선행 지표 후보가 생성된다. 다음, 이들에 대한 우선순위를 정하여 각 위험 관리 시스템에 대해 후행 지표 1개와 선행지표 최대 2개를 선택하며 모든 위험 관리 시스템의 최종 지표 선택은 <표 5>와 같다.

<표 5> 전체 설비에 대한 최종 공정 안전 성능 지표군

관리	후행 지표	선행 지표
검사/ 유지관리	연성 호스, 연결 장치, 펌프, 밸브, 플랜지, 고정 파이프, 벌크 탱크 또는 계기의 고장으로 인한 예상 밖의 위험물 누출 횟수.	검사 시 규격 내에서 작동하는 필수 안전 설비/장비의 비율. 규정된 시한에 따라 완료된 유지관리 조치의 비율.
직원 역량	올바른 조치를 내리는 데 필요한 이해, 지식 또는 경험을 갖추지 않은 직원의 실수로 계획대로 진행되지 않은 제품 이송 횟수.	제품의 성공적인 이송 및 저장에 필요한 역량 수준을 갖춘 제품 이송 담당 직원의 비율. **주:** 역량을 갖추는 데 필요한 교육 및 경험의 유형은 회사가 결정한다.
작업 절차	잘못된/불분명한 작업 절차로 인해 계획대로 이송 되지 않은 제품 이송 횟수.	규정된 기한 내에 검토/개정된 절차의 비율.
계기 및 경보	사용 중 또는 테스트 중 설계한 대로 작동하지 않은 필수 안전 계기/경보의 횟수.	일정에 따라 완료된 필수 안전 계기 및 경보의 기능 테스트 비율. 일정에 따라 완료된 필수 안전 계기 및 경보의 결함을 수정하기 위한 유지관리 조치의 비율.
설비 변경	설비 변경이 불충분하여 장비 또는 설비가 바람직한 표준 미만인 횟수.	변경 이전에 적절한 위험 평가를 수행한 설비 변경 조치의 비율. 실행 전에 허가를 받은 설비 변경 조치의 비율.
연락	통신 시스템의 고장으로 인해 계획대로 발생하지 않은 제품 이송 횟수.	이송 시작 허가가 이송 시작 전에 성공적으로 완료된 제품 이송의 비율. 펌프를 중지하고 밸브를 격리 또는 폐쇄했는지 확인하기 위해 착수한 이송 후 점검의 비율.
작업 허가	작업허가 대상 위험작업관리 활동 실패로 인해 설비/장비가 손상될 수 있는 사건의 수.	위험요소, 위험 및 관리 수단이 제대로 명시된 경우 허용된 작업 허가의 비율. 허가 조건에 따라 시행된 작업 비율. **주:** 샘플을 기준으로 측정할 가능성이 높다.
설비 설계	설비 변경 부족이 원인으로 판명된 설비 고장, 유해 물질의 누출 횟수 또는 필수 안전 설비/장비의 고장과 관련된 사건의 횟수.	현재 설계 표준 또는 규정을 준수하는 설비 또는 장비의 필수 안전 항목 비율. **주:** 샘플에서 또는 주기적으로 진행되어야 한다.
비상 대책	계획된 성과 표준에 따라 작동하지 않은 비상 절차 요소 수.	테스트 시 바람직한 성과 표준에 따라 작동하는 차단/격리 시스템의 비율. 비상 시에 수정 조치를 내리는 직원/계약자 비율.

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-27-2026
·심　　의 : 산업안전보건표준제정위원회
·공 표 일 : 2026. 1. 30.