

지상강좌
위험성 평가8

고용노동부 중부지방고용노동청 성남지청장 / 정진우

위험성 추정 및 우선도 설정 방법 (2)

위험성 추정 및 우선도 설정 방법

위험성을 추정하고 우선도의 설정을 하기 위하여 사용되고 있는 방법은 위험성의 요소를 수치를 이용하지 않는 방법과 수치로 표현하는 방법으로 대별된다. 주로 사용되고 있는 방법은 다음과 같다.

1) 비수치화 방법

- ① 중대성과 발생가능성을 매트릭스로 하는 방법
- ② 위험성을 서열화하는 방법

2) 수치화 방법

- ① 중대성과 발생가능성을 조합한 것
- ② 중대성, 발생가능성, 위험상태의 발생빈도를 조합한 것

1. 수치를 이용하지 않는 위험성 추정방법

1) 비수치화 방법

부상 또는 질병의 중대성과 발생 가능성을 각각 여러 단계(3~5단계)로 구분하고 각 단계에서의 판정기준을 구체적으로 결정한다. 이것을 중대성과 가능성의 조합으로 된 표로 만들고 표 중의 모든란에 미리 결정해 둔 위험성 크기를 배정하여 위험성 추정의 기준표를 작성한다. 아울러 위험성 크기에

따라 실시하는 조치의 내용도 포함하여 결정해 둔다.

예를 들면, <표 1>, <표 2>와 같이 발생가능성과 재해의 중대성을 각각 4단계로 구분하고 4×4의 16개 칸으로 된 표를 작성하고 발생가능성과 중대성의 모든 조합에 대하여 위험성 수준(크기) 구분과 위험성 감소조치의 진행방법을 설정한다. 이 사례에서는 위험성 수준이 높은 「Ⅳ」부터 위험성 수준이 낮은 「Ⅰ」까지의 4단계로 수준 구분을 하고 있다. <표 1>에서 부상 또는 질병이 심각하고 발생가능성이 낮은 위험성은 위험성 수준 「Ⅲ」이 되고, <표 2>에서 「안전보건상 문제가 있음」으로 평가된다. 또한 <표 2>에서 위험성 수준 「Ⅲ」은 「감소조치를 신속하게 실시함」으로 되어 있다.

또한 동일한 방식으로, 중대성가능성-빈도를 조합한 것에 대해서는 모든 조합에 대하여 고려하는 것을 통해 위험성 수준(크기) 구분이 가능해진다.

<표 1> 비수치화 추정기준(예)

재해의 발생가능성	재해의 중대성			
	A 치명적	B 심각	C 중정도	D 경미
a 확정적	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ	Ⅲ
b 발생 가능성이 높음	Ⅳ	Ⅳ	Ⅲ	Ⅱ
c 발생 가능성이 낮음	Ⅲ	Ⅲ	Ⅱ	Ⅰ
d 거의 발생하지 않음	Ⅱ	Ⅱ	Ⅰ	Ⅰ

<표 2> 위험성 수준의 내용과 조치 진행방법

위험성 수준	위험성의 내용	위험성 감소조치의 진행방법
Ⅳ	안전보건상 중대한 문제가 있음	바로 작업을 중지하거나 위험성 감소조치를 바로 실시함
Ⅲ	안전보건상 문제가 있음	감소조치를 신속하게 실시함
Ⅱ	안전보건상 다소의 문제가 있음	감소조치를 계획적으로 실시함
Ⅰ	안전보건상 문제가 거의 없음	비용 대 효과를 고려하여 감소조치를 실시함

2) 위험성의 서열화에 의한 방법

위험성을 서열화하는 방법은, 예컨대 <표 3>과 같이 재해의 중대성과 발생 가능성에 대하여 중대성, 가능성 모두 각 3단계로 한 표를 작성하고 중대성과 가능성의 모든 조합에 대하여 위험성 크기순으로 서열을 매겨 가고, 나아가 이 서열을 <표 4>과 같이 구분하는 방법이다. 예를 들면, <표 3>에서

「중상」이고 「가능성이 있음」으로 추정된 위험성은 서열점수가 5이고, <표 3>에 의해 위험성 크기가 「Ⅲ」으로 되고, <표 4>에 따라 「안전보건상 문제가 있고, 감소조치를 신속하게 실시함」이 된다.

<표 3> 위험성의 서열화

발생가능성	중증장해 (후유증 수반 재해·사망)	중상 (완치 가능한 휴업재해)	경증장해 (찰과상 정도, 불휴재해)
가능성이 높음	9	7	3
가능성이 있음	8	5	2
거의 없음	6	4	1

<표 4> 위험성 수준과 서열의 관계

위험성 수준	위험성의 내용	서열	위험성 감소조치의 진행방법
Ⅳ	안전보건상 중대한 문제가 있음	1~2	즉시 작업 중지 또는 위험성 감소조치 실시
Ⅲ	안전보건상 문제가 있음	3~5	감소조치 신속하게 실시
Ⅱ	안전보건상 다소의 문제가 있음	6~7	감소조치 계획적으로 실시
Ⅰ	안전보건상의 문제는 거의 없음	8~9	비용 대 효과 고려하여 감소조치 실시

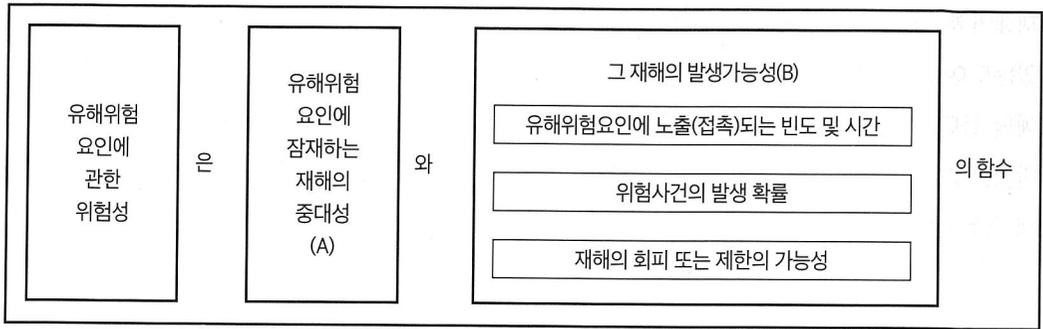
2. 수치를 이용한 위험성 추정방법

1) 2가지 요소에 의한 방법

위험성을 2요소로 추정하는 방법은 <그림 1>과 같이 재해의 발생가능성과 재해의 중대성으로 평가한다. <그림 1>의 관계는 ISO 14121(2007), ISO 12100(2010) 등에서 널리 제시되고 있다.

전자는 재해가 발생할 빈도(확률)를 나타내는 요소이다. 예를 들면, 100년에 1회 정도 발생하는가, 10년에 1회 정도 발생하는가, 또는 1년에 1회 정도 발생하는가 등을 의미한다.

후자는 유해위험요인이 현재화(顯在化)한 때에 사람이 입는 재해의 정도를 나타내는 요소이다. 예를 들면, 1인이 사망하는가, 복수의 사람이 사망하는가, 또는 팔이나 손이 잘리는가, 다리를 움직일 수 없게 되는가, 또는 찰과상 정도로 그치는가 등을 의미한다.



<그림 1> 위험성의 요소

재해의 발생가능성을 추정하기 위해서는 ① 노출(접촉)의 빈도 및 시간 ② 위험사건의 발생 확률 ③ 재해의 회피 또는 제한의 가능성이라는 3요소를 고려하는 것이 필요하다 <그림 1> 참조.

① 노출(접촉)의 빈도 및 시간

어떤 위험한 상태에 사람이 노출되는 횟수와 시간을 말한다.

노출되는 횟수란, 시간에 1회인가, 8시간에 1회인가, 10일에 1회인가 또는 전혀 노출되는 것이 없는가 등을 의미하고, 노출되는 시간은 순간적인가, 수십 초 정도, 수분 정도의 비교적 단시간인가 또는 수시간, 수개월간, 수년간 등 장기에 걸친 것인가 등을 의미한다.

② 위험사건의 발생 확률

고장 등에 의해 실제로 재해에 이르는 사건이 어느 정도의 빈도로 발생하는가를 의미한다.

③ 재해의 회피 또는 제한의 가능성

「재해의 회피 가능성」이란, 위험사건이 발생한 때 재해에 이르지 않도록 회피할 수 있는 가능성을 말한다.

재해를 당할지도 모르는 사람이 숙련자인 경우에는 과거의 경험에서 순간적으로 기계의 이상상태·동작을 인지하고 회피할 수 있는 가능성이 있을 것이다. 그리고 숙련자가 아니더라도 그 사람의 신체적 능력(민첩성, 반사적 동작 등)에 의해 회피할 수 있는 가능성도 있을 것이다. 또한 기계의 이상상태·동작을 직접적으로 감시할 수 있는 경우, 경고표시나 표시장치 등으로 기계의 이상상태·동작을 감시할 수 있는 경우, 비상정지가 유효한 경우 등은 재해를 회피할 수 있는 가능성이 있다.

나아가 재해로 연결되는 사건의 발생속도도 영향을 미친다. 인간의 신체적 능력을 넘는 속도로 작동하는 것이라면, 회피하는 것은 거의 불가능할 것이다. 폭발 등의 경우에는 회피할 시간적 여유가 전혀 없다.

재해의 제한의 가능성은 재해가 발생하였다고 하더라도 그 영향범위를 최소한으로 그치게 할 가능성이 있는지 여부를 말한다.

예를 들면, 복수의 사람이 가드로 둘러싸인 공간에서 무언가의 작업을 하고 있고, 기계의 오작동이 발생한 경우 복수의 사람에게 재해가 미치지 않고 최소한의 희생으로 그치도록 대책을 강구하는 등을 생각할 수 있다.

〈그림 1〉에 제시한 재해의 심각성 및 재해의 발생가능성의 추정은 〈표 5〉의 요건을 고려할 필요가 있다.

〈표 5〉 재해의 중대성(강도), 발생가능성 및 요건

고려요건	
▶ 유해위험요인에 잠재하는 재해의 중대성	
	a) 보호대상의 성질(사람, 재산, 환경) b) 부상 또는 건강장해의 강도 c) 재해의 범위(1인, 복수)
▶ 재해의 발생가능성	
1) 유해위험요인에 노출되는 빈도 및 시간	a) 위험구역에의 접근 필요성 b) 접근의 성질 c) 위험구역 내에서의 경과시간 d) 접근자의 수 e) 접근의 빈도
2) 위험사건의 발생가능성	a) 사고이력 b) 건강장해 이력 c) 기타 통계자료
3) 재해의 회피 또는 제한 가능성	a) 기계 등을 운전하는 자의 특성 b) 위험사건의 발생속도 c) 위험성의 인지 d) 재해의 회피 또는 제한의 인적 가능성 ※ 실제 체험 및 지식에 의함

(1) 「재해가 초래될 가능성」의 구분 설정

재해가 초래될 여러 조건을 고려하여, 어느 정도의 가능성으로 재해가 초래될 것인가를 추정하게 된다.

「확실하다」, 「가능성이 높다」, 「가능성이 있다」, 「가능성이 거의 없다」고 하는 구분이 사용된다.

(2) 「재해의 중대성」 구분 설정

유해위험요인에 의해 발생할 것이 예상되는 재해의 정도를 중대성으로 하여 파악한다. 이 경우의 중대성의 구분 설정은

- ① 영향을 받는 신체의 구분
- ② 부상 또는 질병의 내용

등을 고려하여 3~5단계 정도로 구분한다. 예를 들면, <표 6>과 같이 구분한다.

<표 6> 중대성의 구분(예)

중대성	판정기준	사례
치명적	사망 또는 영구적 근로불능으로 연결되는 부상·질병(업무에 복귀 불가능), 장애가 남는 부상·질병	치사(致死)외상, 팔·다리의 절단, 실명, 심한 난청, 시력 저하
심각	중대한 부상 또는 질병(일정시점에서는 업무에 복귀 가능)	골절 등
중정도	응급조치 이상이 필요한 중대한 부상 또는 질병(동일한 업무에 복귀 가능)	염좌, 화상 등
경미	응급조치 이상을 필요로 하지 않는 경미한 부상 또는 질병(업무에 전혀 지장이 없음)	타박, 표면적 장해, 분진이 눈에 들어감

중대성의 구분을 설정할 때는, 추정하기 쉽도록 판정의 기준을 알기 쉽게 나타내고, 사업장이나 부서의 실태에 맞는 것으로 설정한다. 간단하게 구분하는 방법으로 치명적인 부상, 중대한 부상, 가벼운 부상, 경미한 부상으로 하는 방법도 있지만, 휴업일수, 후유장해의 등급, 사망을 척도로 사용할 수도 있다. 그리고 중대성을 추정할 때는

- ① 예상되는 재해의 대상자와 재해의 내용을 명확하게 예측하는 것
- ② 과거에 실제로 발생한 재해의 중대성이 아니라 최악의 상황을 상정하여 가장 심각한 재해의 중대성을 추정하는 것

이 필요하다.

단, ②의 중대성 추정에 있어서는, 아주 경미한 사례까지 상정하면 모든 재해가 사망재해가 되어 버린다. 이렇게 해서는 중대성을 추정하는 의미가 없게 되기 때문에 너무 비상식적 사례까지 상정하는 것 없이 상식적인 범위에서 상정하는 것으로 무방하다.

2) 3가지 요소에 의한 방법

위험성을 3요소로 추정하는 방법은 위의 2요소의 「재해가 초래될 가능성」을 「위험상태의 발생빈도」와

「위험상태 발생 시 재해가 초래될 가능성」의 2가지 요소로 나누어 보다 구체적으로 위험성을 파악하고 추정하는 것을 목적으로 하는 것이다. 또한 재해의 중대성에 대해서는 2요소에 의한 방법과 3요소에 의한 방법 모두 동일하다.

3요소에 의한 방법은 먼저 「위험상태의 발생빈도」를 파악하고, 다음으로 「위험상태가 발생한 때에 부상 또는 질병이 초래될 가능성」을 생각한 후 마지막으로 산업재해가 발생한다고 하면 어떤 부상 또는 질병이 될 것인가 하는 「재해의 중대성」을 생각하게 되므로, 작업에 종사하고 있는 작업자의 입장에서는, 산업재해의 발생 프로세스에 대응하고 있어 위험성 추정을 쉽게 생각할 수 있는 특징이 있다. 또한 3요소마다 위험성의 감소조치를 검토할 수 있으므로 논의를 구체적으로 하기 쉬운 특징 또한 가지고 있다.

(1) 위험상태의 발생빈도의 구분 설정

부상 또는 질병의 발생 가능성의 정도를 추정하는 방법으로서 유해위험요인에 접촉하는 빈도를 위험성의 하나의 요소인 위험상태의 발생빈도로 취급하는 것에 의해 실제에 입각한 효과적인 위험성 평가를 실시할 수 있게 된다.

위험상태의 발생빈도를 위험성의 하나의 요소로 하여 구분을 설정하는 경우는 작업내용을 분석하여, 예컨대 <표 7>와 같이 빈번하게, 때때로, 좀처럼 없다 등으로 구분한다. 각 구분의 판정 기준으로 구체적인 예시를 제시해 두면 위험성을 추정하기 쉽게 되고 통일성이 확보된 추정결과를 얻을 수 있게 된다.

<표 7> 위험상태의 발생빈도의 구분 설정(예)

빈 도	내 용
빈번	1일에 1회 정도
가끔	1주에 1회 정도
거의 발생하지 않음	6개월에 1회 정도

위험상태의 발생빈도는 작업의 빈도가 아니라 작업자가 유해위험요인을 접하는 것에 의해 부상 또는 질병으로 연결될 것 같은 위험상태가 발생하는 발생 경향으로 판단하는 것이다. 이 빈도를 작업의 빈도로 한 경우에는 유해위험요인에 접하는 것을 방지하기 위해 어떤 조치를 취하더라도 작업의 진도는 저하하지 않기 때문에 위험상태의 발생빈도가 저하하지 않게 되어 추정 결과가 변하지 않게 되어 버린다.

예를 들면, 운반용기 속 고온액체의 운반 작업을 상정한 경우 고온액체가 옆질러져 발에 도달하여 화상을 입는다고 하는 위험성을 생각할 수 있다. 이 경우 위험상태의 발생빈도는 고온액체가 옆질러지는 빈도이다. 운반용기를 액체가 옆질러지기 어려운 것으로 변경하면 위험상태의 발생빈도(옆질러지는 빈도)는 저하한다. 그런데 운반 작업의 빈도를 위험상태의 발생빈도로 하면 작업횟수가 위험상태의 발생빈도가 되어 작업횟수를 감소시키지 않는 한 위험상태의 발생빈도는 저하하지 않게 된다. 이것은 위험성 감소조치의 효과가 나타나지 않게 되어 부적절하다.

(2) 위험상태가 발생한 때 재해가 초래될 가능성의 구분 설정

예상되는 재해의 발생가능성에 대해서는, 작업자가 유해위험요인에 접하는 것에 의해 재해로 연결될 때에 어느 정도 산업재해가 초래될 것인가를 판단한다. 예를 들면, 고온액체의 사례에서는 고온액체가 옆질러진 때에 신체에 다다를 가능성을 판단하는 것이다. 또한 인간은 본래 실수를 하는 동물이라는 전제에서 불안정한 행동 등도 고려하여 판단하는 것이 필요하다.

이것들에 유의할 필요성이 있는 배경, 요인 등으로는 다음과 같은 사항이 있다.

- ① 예방조치(안전장치)의 신뢰성, 타당성
- ② 설비시설의 정지 가능성과 영향, 예컨대, 전기 또는 물의 정지
- ③ 설비기계류의 고장 가능성과 영향
- ④ 다음과 같은 작업자에 의한 불안정한 행동
 - 안전장치의 설치, 출입금지 조치, 기타 산재예방을 위한 기능 또는 조치(이하 안전기능 등이라 한다)의 신뢰성 및 유지능력
 - 유해위험요인이 어떤 것인지를 모르는 작업자
 - 작업을 실시하기 위한 지식, 육체적 능력 또는 기능을 갖지 않는 작업자
 - 위험성을 가볍게 여기는(무시하는) 작업자
 - 안전한 작업방법, 안전기능 등의 실용성·유용성을 가볍게 여기는(무시하는) 작업자
 - 작업절차의 일탈, 조작 실수, 기타 예견 가능한 의도적·비의도적인 오사용 또는 위험 행동의 가능성
 - 피로, 단순반복 작업에 의해 주의력이 떨어져 있는 작업자
 - 보호구를 필요로 하는 작업에서 보호구를 사용하지 않는 작업자

일반적으로 가능성의 추정에는 개인의 주관, 감수성에 좌우되기 쉬우므로 추정하기 쉽도록 하기 위해, 그리고 추정 시 들쭉날쭉 되는 것을 피하기 위해 각 구분의 판정기준의 내용을 사업장의 실태에 맞추어 충실하게 해 두는 것이 필요하다. <표 8>는 가능성에 대하여 구분한 예시인데, 가능성에 대해서도

3~5단계 정도로 구분한다.

<표 8> 위험상태가 발생한 때 부상이 초래될 가능성의 구분(예)

부상 또는 질병의 가능성	내 용
확실함	안전조치가 되어 있지 않음. 표시, 표지 등은 있어도 불비(不備)가 많은 상태
가능성이 높음	방호가드·방호덮개, 기타 안전장치가 없음. 설령 있더라도 상당한 불비가 있음. 비상정지 장치, 표시·표식류는 대충 설치되어 있음
가능성이 있음	방호가드·방호덮개 또는 안전장치 등은 설치되어 있지만, 가드가 낮거나 간격이 넓은 등 불비가 있음. 위험영역 출입, 유해위험요인 접촉 가능성 있음
가능성이 거의 없음	방호가드·방호덮개 등으로 둘러싸여 있고 안전장치가 설치되어 있으며, 위험영역 출입이 곤란한 상태

3) 수치를 이용한 위험성 추정

(1) 2가지 요소에 의한 추정과 계산방법 등

(가) 중대성, 가능성의 구분 배점

재해의 중대성은, 발생 가능성의 구분을 설정한다면 다음에서 서술하는 위험성 점수의 계산방법을 전제로 하여 <표 9>, <표 10>과 같이 중대성, 가능성의 각 구분에 배점을 하고 수치에 의한 중요성 부여를 한다.

일반적으로 가능성의 구분에 비해 중대성의 구분의 배점을 높게 설정하는 것은, 보다 큰 재해를 미치는 유해위험요인에 대하여 우선적으로 위험성의 감소 조치를 검토해 간다고 하는 위험성평가의 취지에 따른 것이다.

(나) 중대성과 가능성 조합의 계산방법

재해의 중대성과 발생 가능성의 추정결과는 상기의 배점에 의해 점수화하여 제시할 수 있다. 또한 위험성의 크기는 중대성과 가능성의 조합이기 때문에 중대성, 가능성의 각 점수를 이용한 계산식에 의해 수치화하여 구할 수 있다. 일반적으로 계산방법에는 덧셈식 방식과 곱셈식 방식이 있다. 이 계산식으로 산정된 수치를 위험성 점수라 하고, 위험성의 크기를 나타낸다.

예를 들면, 덧셈식에 의해 위험성 점수를 구하는 경우는 다음과 같은 계산식에 의해 산정한다.

$$\text{위험성 점수} = \text{중대성 점수} + \text{가능성 점수}$$

이 계산식으로 결정한 각 구분의 배점에 의해

중대성: 「중상」, 가능성: 「가능성이 있다의 경우에 대하여 계산을 하면, 위험성 점수 = 6(중상) + 2(가능성이 있다) = 8이 된다.

한편 곱셈식 방식은 덧셈식 방식에 비해 위험성의 차가 보다 크게 제시된다. 암산에 의한 계산이 어려워지고 위험성의 크기가 직감적으로 공감되기 어려운 점이 있다.

<표 9> 중대성의 구분 배점(예)

중대성	평가점수	내 용
치명상	10점	사망 또는 영구적 근로불능으로 연결되는 부상·질병(업무에 복귀 불가능), 장해가 남는 부상·질병
중상	6점	중대한 부상 또는 질병(일정한 시점에서는 업무에 복귀 가능)
경상	3점	응급조치 이상이 필요한 중대한 부상 또는 질병(동일한 업무에 복귀 가능)
미미한 재해	1점	응급조치 이상을 필요로 하지 않는 경미한 부상 또는 질병(업무에 전혀 지장이 없음)

<표 10> 가능성의 구분 배점(예)

발생가능성	평가점수	내 용
확실히	6점	안전조치가 되어 있지 않음. 표시, 표지 등은 있어도 불비(不備)가 많은 상태 안전기준을 준수하더라도 상당한 주의력을 기울이지 않으면 재해로 연결될 수 있음. 사내 안전규정, 작업표준 조차 없는 상태
가능성이 높음	4점	방호가드·방호덮개, 기타 안전장치가 없음. 설령 있더라도 상당한 불비가 있음. 비상 정지 장치, 표시·표식류는 대충 설치되어 있음 사내 안전규정, 작업표준 등은 있지만 준수가 어려움. 주의력을 높이지 않으면 부상 또는 질병으로 연결될 가능성이 있음
가능성이 있음	2점	가드·방호덮개 또는 안전장치 등은 설치되어 있지만 가드가 낮거나 간격이 넓은 등 불비가 있음. 위험영역 출입, 유해위험요인 접촉 가능성 있음 사내 안전규정, 작업표준 등은 있지만, 일부 준수하기 어려운 점이 있음. 방심하고 있으면 부상 또는 질병으로 연결될 가능성이 있음
가능성이 거의 없음	1점	방호가드·방호덮개 등으로 둘러싸여 있고 안전장치가 설치되어 있으며, 위험영역 출입이 곤란한 상태 사내 안전규정, 작업표준 등은 정비되어 있고 준수하기 용이함. 특별히 준수하지 않아도 부상 또는 질병을 입을 가능성은 거의 없음

(다) 위험성 수준 구분 및 위험성 점수의 대응

예를 들면, <표 11>과 같이 가산방식에 의해 위험성 수준을 I에서 IV까지의 4단계 수준 구분을 한다. 나아가 상기 <표 10>, <표 11>의 모든 조합에서 산정되는 위험성 점수와 위험성 수준을 대응시켜 위험성 수준과 위험성 점수 간의 대응관계를 설정할 필요가 있다.

<표 11> 위험성 수준과 점수의 대응표(예)

위험성 수준	평가점수 합계	위험성의 내용	위험성 감소조치의 진행방법
IV	12~16	안전보건상 중대한 문제가 있음	즉시 작업 중지 또는 위험성 감소조치 실시
III	8~11	안전보건상 문제가 있음	감소조치 신속하게 실시
II	5~7	안전보건상 다소의 문제가 있음	감소조치 계획적으로 실시
I	2~4	안전보건상의 문제가 거의 없음	비용 대 효과 고려하여 감소조치 실시

41p에서 구한 위험성 점수의 8을 적용해 보면 위험성 수준 Ⅲ의 「안전보건상 문제가 있음」이 된다.

또한 위험성의 우선도 판정이 적절하게 행해지도록 <표 11>과 같이 위험성 수준에 대응하는 위험성 감소조치의 진행방법을 명시해 두는 것이 바람직하다. 🍷