

최종보고서

포괄적 작업환경평가 시범사업 운영 및 활성화 방안 연구

이윤근·구동철·김원·박미진·이정화·임영석·정태진·최영은·최인자

산업재해예방

안전보건공단

산업안전보건연구원



제 출 문

산업안전보건연구원장 귀하

본 보고서를 “포괄적 작업환경평가 시범사업 운영 및 활성화 방안 연구”의 최종 보고서로 제출합니다.

2024년 11월

연구진

연구기관 : 노동환경건강연구소

연구책임자 : 이윤근 (소장, 노동환경건강연구소)

연구원 : 구동철 (대표, ㈜국일환경)

연구원 : 김 원 (실장, 노동환경건강연구소)

연구원 : 박미진 (실장, 노동환경건강연구소)

연구원 : 이정화 (대표, ㈜사람과환경연구소)

연구원 : 임영석 (대표, ㈜작업환경기술원)

연구원 : 정태진 (대표, ㈜EHS프렌즈)

연구원 : 최영은 (팀장, 노동환경건강연구소)

연구원 : 최인자 (실장, 노동환경건강연구소)

요약문

- 연구기간 2024년 5월 ~ 2024년 11월
- 핵심 단어 작업환경측정, 위험성평가, 측정제도, 포괄적 평가
- 연구과제명 포괄적 작업환경평가 시범사업 운영 및 활성화 방안 연구

1. 연구 배경

고용노동부는 2020년부터 현행 작업환경 측정 제도에 위험성평가 (risk assessment) 개념을 접목한 “포괄적 작업환경평가 제도” 도입 연구와 시범사업을 진행하고 있다. 지금까지 ‘기존 측정 제도의 문제점 분석과 포괄적 작업환경 평가 모델 개발(2020년)’ → ‘시범사업을 통한 포괄적 평가의 사업 효과 분석(2021~2022년)’ → ‘포괄적 작업환경 평가 기술지침서 개발과 시범사업 확대 적용(2023년)’ 등의 연구가 있었다.

특히, 2023년에는 새로운 측정 제도가 현실적으로 적용 가능한지를 평가하기 위하여 16개 사업장으로 시범사업을 확대하여 평가 모델의 효과를 검증하고 문제점을 수정 보완하기 위한 2차 시범사업을 실시한 바 있다.

본 사업은 2차 시범사업의 연속 사업으로 2023년도에 진행한 16개 사업장의 성과를 분석하고, 전문가 의견수렴을 통해 향후 제도 시행 방향과 활성화 방안을 마련하는 데 목적이 있다.

2. 연구 방법 및 내용

연구 내용과 방법을 요약하면 <표 1>과 같다.

〈표 1〉 연구 내용 요약

추진단계	추진 내용	추진방법
1. 시범사업장 포괄적 작업환경 평가	<ul style="list-style-type: none"> • 16개 사업장 대상 포괄적 작업환경 평가 전략 적용(실행 영역 8단계) • 평가기관의 질적 관리 및 진행 단계별 컨설팅 • 평가 결과에 기반한 관리계획 수립 	<ul style="list-style-type: none"> • 작업환경 측정 • 사업장 간담회 • 자료 분석
2. 시범사업 성과분석	<ul style="list-style-type: none"> • 측정 대상(작업 단위, 유해인자 등) 비교분석 • 유해인자의 질적 관리 내용(측정 주기, 측정 절차, 작업환경개선 등)의 비교분석 • 측정 결과의 비교 분석(시료 수, 노출지수, 위험성평가 결과 등) • 측정 투입 인력 및 비용의 비교분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 자료 분석 • 간담회
3. 제도개선 정착을 위한 방안제시	<ul style="list-style-type: none"> • 전문가 의견수렴을 통한 정책 방향의 합의점 도출과 구체적인 정책 방향 제시 • 사업장/측정기관 참여를 위한 제도 활성화 방안 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 자료 분석 • 설문조사(전문가 델파이조사)

3. 연구 결과

1) 시범사업 효과

포괄적 작업환경 평가 전략을 적용한 16개 사업장의 시범사업 효과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 측정 대상 물질이 확대되었다.

16개 사업장의 작업환경 측정 대상 물질이 시범사업 전에는 52종이었던 것이 시범사업 후에는 63종으로 21% 증가하였으며, 추가된 측정 대상 물질의 대부분은 고독성 물질이었다(17종에서 24종으로 증가). 측정 대상 물질 수가

증가했다는 것은 좀 더 확대된 위험성 평가가 가능했다는 것과 고독성 물질이 측정 대상에 추가되었다는 것은 유해성이 높은 물질에 대한 예방적 작업환경 관리가 가능하다는 것을 의미한다.

(2) 유해물질 노출수준이 증가하였다.

시범사업 전에는 평균 노출지수가 3.6%였던 것이 포괄적 작업환경 평가 전략을 적용한 시범사업 후에는 7.1%로 2배 정도 증가하였다. 특히, 고농도 구간인 노출지수 50% 이상에 해당하는 시료의 경우 시범사업 전에는 1개에 불과했던 것이 시범사업 후에는 15개 시료로 대폭 증가하였다. 노출지수의 증가는 그동안 측정에서 제외되었던 비정형 작업이나 과거에 평가되지 않은 최고 노출 상황이 어느 정도 측정에 반영되었음을 의미한다.

(3) 위험성 수용 불가 물질이 증가하였다.

시범사업 전에는 위험성 수용 불가 물질이 총 20종으로 측정 대상 물질의 38.5%를 차지했지만, 시범사업 후에는 총 29종으로 측정 대상 물질의 46%로 상당 부분 증가하였다.

위험도 수준이 높아졌다는 것은 고독성 물질이 위험성평가 결과에 포함되었다는 것과 과거에 확인되지 않은 고농도 노출 작업이 측정에 포함되었다는 것을 의미한다.

(4) 작업환경평가 주기가 다양화되었다.

작업환경 측정 주기 변화를 보면 시범사업 전에는 대부분이 6개월 주기(78.9%)였던 것이 시범사업 후에는 3개월 주기(3.9%), 6개월 주기(31.4%), 1년 주기(5.7%), 별도의 작업환경 측정 없이 위험성평가로 대체(59.0%) 등 측정 주기가 다양화되었다. 이처럼 측정 주기가 다양화되었다는 것은 노출 특성에 맞는 맞춤형 평가(선택과 집중)가 가능하다는 것을 의미한다.

(5) 측정 투입 인력과 비용이 증가하였다.

작업환경 측정에 소요된 인력과 측정 비용의 변화를 비교한 결과 시범사업 전 투입된 작업 공수는 평균 31.8시간(man hour)이었던 것이 시범사업 후에는 79.6시간으로 2.5배 증가하였다.

기존 측정에서는 측정 준비에 소요된 시간이 3.8시간(11.9%)에 불과했던 것이 포괄적 평가는 32.1시간으로 8.5배가 증가한 것이 작업공수 변화에 큰 영향을 준 것으로 나타났다.

측정 비용은 시범사업 전에는 사업장당 평균 234만 원이었던 것이 시범사업 후에는 715만 원으로 3.1배 증가하였다.

2) 제도 활성화 방안

(1) 정책 방향 제시

2022년 선행 연구(이윤근 등, 2022)와 정책 주관기관과의 협의를 통해 6개 영역의 정책 방향(아래 항목 참고)을 사전에 선정하였고, 23명의 전문가 패널 조사를 통해 정책 방향 동의 여부와 전문가 간 일치도를 분석하였다. 그 결과 6가지 모든 항목에서 동의 비율이 95.7% 이상으로 높게 나타났다. 전문가 일치도를 평가한 결과 6가지 모든 항목의 변이계수(CVR)가 신뢰 기준인 0.39를 초과하고 있어 매우 안정적인 타당도를 보였다. 특히 ‘선택과 집중 전략(0.91)’을 제외한 5개 항목 모두에서 내적 타당도가 1.0을 보여 전문가 일치도가 매우 높은 것으로 나타났다.

전문가 의견수렴과 동의 절차를 통해 다음과 같은 포괄적 작업환경 측정 제도의 정책 방향을 제시하였고, 향후 제도 실행을 위해서는 이에 대한 구체적인 실행 방안들이 마련되어야 할 것이다.

- ① 기존의 작업환경 측정(measurement) 개념을 평가(assessment) 개념으로의 패러다임 전환
- ② 위험성평가를 접목한 선택과 집중 전략 적용
- ③ 측정 비용 현실화를 위한 원가 계산 적용 방식으로의 비용 산정 방식 전환
- ④ 일정 기간 기존 제도와 병행을 통한 연착륙 방안 적용
- ⑤ 정부의 교육 훈련 프로그램 지원과 홍보를 통한 전문성 강화와 참여 유도
- ⑥ 측정 결과의 보고 내용과 절차, 방법 등의 개선을 통한 측정 정보의 활용성 강화

(2) 정확한 현장의 실행 여건 인식과 지원

포괄적 작업환경 평가 제도가 실행될 때 측정기관, 사업장, 정부 기관 각각의 실행 여건(능력)에 대한 전문가들의 의견은 매우 부정적이었다. 특히, 측정기관의 사업 수행 여건(부정적 의견 87.0%)과 정부 기관의 관리 감독 능력(부정적 의견 82.6%)이 사업장의 사업 이행 능력(부정적 의견 73.9%)에 비해 부정적 의견이 상대적으로 높았다.

제도 시행의 걸림돌이 되는 요인으로는 측정기관 관점에서는 제도 실행의 전제조건으로 '수익성 보장(60.9%)' 문제, 사업장 관점에서는 정밀한 측정으로 인해 '새로운 문제점이 드러나는 것에 대한 부담(30.4%)'과 '제도변화에 대한 거부감(21.7%)'과 같은 인식 문제(52.1%)가 가장 중요한 제도 도입을 어렵게 하는 요인으로 분석되었다.

(3) 정책 활성화 방안

측정 제도개선 방향에 대한 전문가의 합의 수준은 모든 항목에서 동의 비율

과 의견 일치도가 높은 것으로 나타났다. 특히, ‘정부의 확고한 정책 방향 제시와 홍보’ 방안과 ‘정책 도입을 위한 프로토콜 구축’ 방안은 전문가 패널 모두(100%)가 동의하였고, 인센티브 부여 방안은 95.7%로 나타났다.

전문가의 의견 일치도 평가 결과 모든 항목의 변이계수가 신뢰 기준인 0.39를 초과하고 있어 매우 안정적인 타당도를 보였다. 특히, 정부의 ‘확고한 정책 방향 제시와 홍보’, ‘정책 도입을 위한 프로토콜 구축’에 대해 동의한다는 응답 비율이 모두 1.0으로 분석되었으며, ‘인센티브 부여를 통한 참여 유도’ 방안도 0.91의 타당도를 보여 대부분 전문가가 제도 활성화 방안에 대해 동의 비율이 매우 높은 것으로 조사되었다.

4. 결론 및 제언

(1) 정부는 확고한 정책 방향 제시와 인식 전환을 위한 적극적인 홍보가 필요하다. 그래야만 새로운 제도에 대한 부정적 인식이 개선될 수 있다.

현재의 작업환경 측정기관과 사업장의 경우 새로운 제도변화에 대해 막연한 불안감과 부담을 느끼고 있다.

사업장 관점에서는 새로운 측정 제도가 도입됨으로써 ‘새로운 문제점이 드러나는 것에 대한 부담(30.4%)’과 ‘제도변화에 대한 거부감(21.7%)’과 같은 인식의 문제가 52.1%로 나타나 가장 중요한 제도 정착을 어렵게 하는 요인으로 분석되었다. 이와 같은 문제는 확고한 정책 방향 제시와 지속적인 홍보를 통해 새로운 제도에 대한 부정적인 인식을 바꿀 수 있다.

(2) 작업환경 측정 제도의 패러다임 전환을 통해 실효성 있는 제도로 바뀌어야 한다.

현재의 작업환경 측정 제도는 법률로 규정한 유해인자에 대해 노출기준 초

과 여부를 판단하는 것을 목적으로 하는 ‘측정 개념(measurement)’이다. 이를 유해성이 있는 모든 유해인자로 확대하여 유해인자를 찾고 (Identification), 위험성을 평가하고(Assessment), 위험을 관리/개선 (Control & Management)하는 포괄적 개념으로 패러다임이 바뀌어야 한다. 전문가 패널조사 결과 이러한 정책 방향에 대해 100% 동의 수준을 확인할 수 있었다.

또한 측정 결과의 보고 의무, 보고 방법, 보고 양식, 보고 내용 등 ‘전반적인 보고 절차와 내용’도 같이 바뀌어야 한다. 그뿐만 아니라 보고 내용에는 측정된 작업의 표준화된 ‘직업(혹은 작업)코드’ 정보가 추가로 입력되어 향후 작업-노출 매트릭스(Job-Exposure Matrix) 구축에 활용될 수 있도록 해야 한다. 현재의 측정 결과 보고서는 측정 결과의 데이터 입력에 초점이 맞추어져 있어 실질적 작업환경 관리에 별다른 도움이 되지 않는다.

(3) 위험성평가를 접목한 선택과 집중 전략으로 효율성 있는 제도로 바뀌어야 한다.

현재의 측정 제도는 매번 같은 유해인자를 대상으로 기본주기(6개월) 중심으로 반복되는 규정화된 측정 방식이다. ‘위험성 수용 불가’에 해당하는 유해인자 중심으로 집중하여 관리(측정 포함)하는 방식으로 평가 전략이 바뀌어야 한다. 그래야만 작업환경 측정 제도의 효율성을 높일 수 있다. 전문가 패널조사 결과 위험성평가를 통한 ‘선택과 집중 전략’의 정책 방향에 대해 100% 동의 수준을 확인할 수 있었다.

(4) 측정 비용 산정 방식을 개선하여 양질의 산업보건 서비스 제공과 측정기관 참여를 유도해야 한다.

포괄적 작업환경 평가를 위해서는 적정 ‘인건비 + 경비 + 일반관리비 + 이윤’ 등을 반영하는 ‘원가계산 적용 방식’으로 바뀌어야 한다. 그래야만 측정기

관의 참여를 유도할 수 있으며, 좀 더 양질의 산업보건 서비스를 제공할 수 있다. 전문가 패널조사 결과 측정기관 관점에서는 제도 실행의 전제조건으로 수익성 보장 문제(60.9%)가 제도 정착의 가장 중요한 걸림돌로 분석되었다. 측정 수가 산정 방법 변화에 대해 전문가 패널들은 100% 동의 수준을 보였다.

(5) 일정 기간 새로운 제도의 연락처 전략을 통해 측정기관과 사업장의 충분한 준비기간을 보장해야 한다. 그래야만 현장의 부담과 혼란을 최소화할 수 있다.

새로운 작업환경 평가제도(포괄적 작업환경 평가) 정착을 위해서는 일정 기간 기존 측정 제도와 새로운 측정 제도를 병행하여 사업장과 측정기관이 선택할 수 있도록 하는 연락처 방안을 적용해야 한다. 이를 통해 측정기관과 사업장이 준비할 수 있는 기간을 충분히 보장해야 한다. 그래야만 측정기관과 사업장의 혼란을 최소화할 수 있다. 연락처 전략에 대해 전문가 패널조사 결과 100% 동의 수준을 확인할 수 있었다.

(6) 측정기관과 사업장의 전문성 확보에 필요한 교육 시스템구축 등 제도 실행을 위한 프로토콜이 개발되어야 한다.

새로운 작업환경 평가제도(포괄적 작업환경 평가)의 방향성이 제대로 작동되기 위해서는 노사 담당자, 측정기관 실무자들의 실질적 참여를 위한 정책 지원(전문 교육 등)이 함께 이루어져야 한다. 그러기 위해서는 관계자들의 전문성 확보와 인식 전환을 위한 교육과 홍보가 같이 이루어져야 한다. 포괄적 작업환경 제도의 실행 능력에 대한 전문가 패널조사 결과 측정기관의 실행 능력이 있다는 동의 비율은 13.0%, 사업장은 26.1%, 정부 기관(관리 감독 능력)은 17.4%로 매우 낮은 것으로 나타났다.

새로운 작업환경 평가제도의 설명과 교육을 위한 실행 매뉴얼(측정기관용,

사업장용, 근로 감독관용)개발과 공적인 교육 시스템이 구축되어야 한다. 이는 측정기관과 사업장의 전문성 확보 및 인식 전환을 위해서도 필요한 부분이다.

(7) 일정 기간 측정기관과 사업장 참여의 동기부여를 위해서는 인센티브를 부여하는 방안이 필요하다.

제도 시행 초기에 포괄적 작업환경평가를 수행하는 측정기관이나 사업장에 인센티브를 부여하는 방안이 고려되어야 한다. 예를 들어 제도에 참여하는 측정기관에는 전문기관 평가 시 ‘가점부여 방안’, 전문성 강화를 위한 ‘전문가 컨설팅 지원’, 전문 교육 참여시 ‘교육비 지원’ 등의 인센티브 방안을 검토할 수 있을 것이다. 포괄적 평가제도를 도입한 참여 사업장에는 ‘작업환경 개선 지원’, 영세 사업장 ‘평가비용 지원’, 작업환경 개선 등 ‘전문가 컨설팅 지원’, 업무 담당자의 전문 교육 참여시 ‘교육비 지원’ 등의 인센티브 방안을 검토할 수 있을 것이다.

인센티브 부여 방안에 대해 전문가 패널조사 결과 95.7% 동의 수준을 확인할 수 있었다. 다만 이와 같은 인센티브 부여 방안은 정부기관의 정책적 판단에 따라 얼마든지 확대 적용이 가능할 것으로 보이며, 일정 기간에 국한해서 부여할 것을 제안한다.

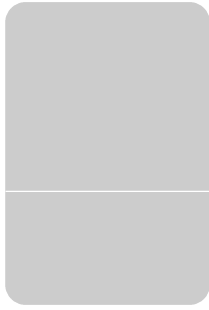
(8) 전문성에 기반한 당사자(측정기관, 사업장)들의 자율성과 노동자의 참여권이 보장되어야 한다.

현행 작업환경 측정 규정을 보면 모든 기준이 규범화되어 있다. 전문성에 기반한 다양한 작업환경 평가 전략을 사업장 특성에 맞게 적용할 수 있도록 측정기관 및 사업장에 자율성이 보장되어야 한다. 또한 노동단체에서는 새로운 작업환경 평가 제도가 도입되면 노동자에게 부여된 최소한의 법적 권리(작업환경 측정 의무)마저 사라질 수 있다는 불안감을 가지고 있는 게 사실이다.

이를 극복하기 위해서는 노동자 대표의 실질적 참여권이 보장되어야 하며, 이에 필요한 교육 지원이 함께 이루어져야 한다.

5. 연락처

- 연구책임자 : 노동환경건강연구소 소장 이윤근
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 직업환경연구실 박해동 연구위원
 - ☎ 052) 703.0883
 - E-mail workenv@kosha.or.kr



목차

요약문	i
I. 서론	3
1. 배경 및 필요성	3
2. 선행 연구 분석	5
1) 기존 측정 제도의 문제점 분석과 새로운 평가모델 개발(2020년)	6
2) 평가 모델 시범사업 적용과 관계자 의견 수렴(2021~2022년)	7
3) 기술지침서 개발과 수가 적용 방안 연구(2022~2023년)	12
4) 적정 수수료 산정 방안(2023년)	15
3. 연구 목표	17
II. 연구 방법	21
1. 연구 개요	21
2. 연구 내용 및 방법	22

1) 시범사업장 포괄적 작업환경 평가	22
2) 시범 사업 성과 분석	26
3) 제도개선 정착 방안 제시	27

Ⅲ. 연구 결과 35

1. 시범사업장 포괄적 작업환경 평가 결과	35
1) 정보 수집 및 분석 결과 (절차1)	35
2) 예비조사 결과(절차 2)	45
3) 평가 전략 수립(절차 3)	46
4) 평가대상 선정(절차 4)	47
5) 노출평가 (절차 5)	52
6) 최종 위험성평가 (절차 6)	55
7) 관리계획 수립 (절차 7)	56
8) 최종보고 (절차 8)	58
2. 시범사업 성과분석	60
1) 측정 대상 유해인자의 변화	61
2) 위험성평가 결과의 변화	65
3) 측정 투입 인력과 비용의 변화	69

3. 제도개선 정착 방안	72
1) 방향성 검토	72
2) 전문가 합의점 도출	78
3) 전문가 의견 조사 결과	80
IV. 결론 및 제안	97
1. 결론	97
1) 시범사업 효과	97
2) 제도 활성화 방안	99
2. 제안	101
참고문헌	107
Abstract	109
부록	115



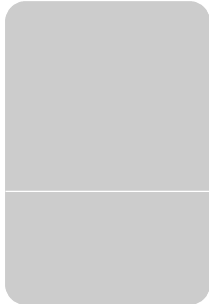
표 목차

〈표 Ⅰ-1〉 기존 측정 제도와 포괄적 평가제도의 비교	4
〈표 Ⅰ-2〉 포괄적 작업환경평가 수수료 산정기준(안)	16
〈표 Ⅰ-3〉 세부 연구 목표	17
〈표 Ⅱ-1〉 연구 내용 요약	21
〈표 Ⅱ-2〉 포괄적 작업환경 평가대상 사업장	23
〈표 Ⅱ-3〉 사전 위험성평가를 통한 작업환경 평가대상 물질 선정 결과	24
〈표 Ⅱ-4〉 사전 위험성평가를 통한 작업환경 평가대상으로 선정된 고독성물질 현황	24
〈표 Ⅱ-5〉 위험성 정도에 따른 작업환경 관리 기준	25
〈표 Ⅱ-6〉 포괄적 평가 참여기관 질 관리영역과 추진 방법	26
〈표 Ⅱ-7〉 시범사업 평가 내용 요약	27
〈표 Ⅱ-8〉 패널 수에 따른 CVR의 최소값	28
〈표 Ⅱ-9〉 제도개선 방안의 합의점 도출을 위한 전문가 델파이조사 개요	31
〈표 Ⅲ-1〉 00 시범사업장의 2020~2023년(상반기) 작업환경 측정 결과 개요	37
〈표 Ⅲ-2〉 00 시범사업장의 과거 측정된 유해인자 세부 분류 현황	37
〈표 Ⅲ-3〉 00 시범사업장의 과거에 측정된 고독성물질(CMR) 현황	38
〈표 Ⅲ-4〉 00 시범사업장의 과거에 측정된 화학물질의 노출지수 현황	39

〈표 III-5〉 00 시범사업장의 유해물질 종류별 노출지수 비교	40
〈표 III-6〉 00 시범사업장의 MSDS 유해성분 유해성 평가대상 요약	41
〈표 III-7〉 00 시범사업장의 MSDS 유해성분의 물질 분류	42
〈표 III-8〉 00 시범사업장의 MSDS 유해성분의 고독성 물질 분류 결과	44
〈표 III-9〉 00 시범사업장의 사용 제품 내 함유된 발암물질 현황	45
〈표 III-10〉 00 시범사업장의 사용 제품 내 함유된 생식독성물질 현황	45
〈표 III-11〉 00 시범사업장의 사전 위험성평가를 통한 포괄적 작업환경 평가 대상 물질 선정 결과	48
〈표 III-12〉 00 시범사업장의 위험성 정도에 따른 작업환경 노출평가 주기	49
〈표 III-13〉 00 시범사업장의 물질별 세부 사전 위험성평가 결과	49
〈표 III-14〉 00 시범사업장의 포괄적 작업환경평가 대상으로 선정된 고독성 물질 현황	50
〈표 III-15〉 00 시범사업장의 정밀한 노출평가가 필요한 고독성 물질 목록과 분류 기준	50
〈표 III-16〉 00 시범사업장의 기존 작업환경측정과 포괄적 작업환경평가 대상 물질 비교	51
〈표 III-17〉 00 시범사업장의 노출지수가 10% 이상인 물질의 측정 결과 요약	53

〈표 III-18〉 00 시범사업장의 00라인 세척제 성분분석 결과	54
〈표 III-19〉 00 시범사업장 최종 위험성평가 결과 요약	55
〈표 III-20〉 시범사업 전후 작업환경 측정 물질 수 비교	61
〈표 III-21〉 시범사업 전후 측정된 고독성 물질(CMR) 비교	62
〈표 III-22〉 시범사업 전후 측정된 고독성 물질(CMR) 비교	64
〈표 III-23〉 시범사업 전후 노출지수 변화	65
〈표 III-24〉 시범사업 전후 노출지수 비교	65
〈표 III-25〉 시범사업 전후 위험성평가 결과 비교	67
〈표 III-26〉 시범사업 전후 작업환경 평가 주기 변화	68
〈표 III-27〉 시범사업 전후 투입된 작업 공수와 측정 비용 비교	69
〈표 III-28〉 시범사업장의 기존 작업환경 측정에 소요된 작업공수	70
〈표 III-29〉 시범사업장의 포괄적 작업환경 평가에 소요된 작업공수	71
〈표 III-30〉 정책 방향 점검을 위한 점검 회의 진행 개요	73
〈표 III-31〉 델파이조사 최종 참여 그룹	79
〈표 III-32〉 델파이조사 통계분석 평가지표 요약	80
〈표 III-33〉 제도개선 정책 방향에 대한 전문가 동의 비율	81
〈표 III-34〉 작업환경측정 제도개선 방향에 대한 전문가 일치도 평가 결과	83
〈표 III-35〉 포괄적 작업환경 평가 실행 여건에 대한 전문가 의견	84
〈표 III-36〉 포괄적 작업환경 평가 실행 여건에 대한 전문가 일치도 평가 결과	

.....	87
〈표 III-37〉 작업환경 측정기관 관점에서의 제도 실행 방해 요인에 대한 전문가 의견	88
〈표 III-38〉 사업장 관점에서의 제도 실행 방해 요인에 대한 전문가 의견	89
〈표 III-39〉 포괄적 작업환경평가 제도 활성화 방안에 대한 전문가 동의	92
〈표 III-40〉 제도개선 활성화 방안에 대한 전문가 일치도 평가 결과	93



그림목차

[그림 Ⅰ-1] 포괄적 작업환경평가 제도 연구 요약	5
[그림 Ⅰ-2] 1차년도에 제시된 포괄적 작업환경평가 모델(안)	7
[그림 Ⅰ-3] 포괄적 작업환경 평가 절차	13
[그림 Ⅲ-1] 00 시범사업장의 과거 작업환경측정 물질 분포	38
[그림 Ⅲ-2] 00 시범사업장의 과거 작업환경측정 물질 중 고독성물질 비율	39
[그림 Ⅲ-3] 00 시범사업장의 과거 작업환경측정 결과의 노출지수 분포	41
[그림 Ⅲ-4] 00 시범사업장의 MSDS 유해 성분의 물질 분류	42
[그림 Ⅲ-5] 00 시범사업장의 MSDS 유효 성분의 고독성 물질 비율	44
[그림 Ⅲ-9] 00 시범사업장의 작업환경 측정 대상물질 수 변화	52
[그림 Ⅲ-7] 00 시범사업장의 과거 측정 결과와 포괄적 평가 결과의 노출지수 비교	54
[그림 Ⅲ-8] 00 시범사업장의 위험관리 우선순위	57
[그림 Ⅲ-9] 시범사업 전후 작업환경 측정 대상 물질 수 변화	62
[그림 Ⅲ-10] 시범사업 전후 CMR(고독성) 물질 측정 대상 변화	63
[그림 Ⅲ-11] 시범사업 전후 노출지수 비교	66
[그림 Ⅲ-12] 시범사업 전후 위험성평가 결과 비교	67
[그림 Ⅲ-13] 시범사업 전후 작업환경 측정 주기 변화	69
[그림 Ⅲ-14] 시범사업 전후 작업환경 측정 투입공수 비교	72
[그림 Ⅲ-15] 작업환경측정 제도개선 방향에 대한 전문가 동의 비율	81

[그림 Ⅲ-16] 작업환경측정 제도개선 방향에 대한 전문가 동의 점수 비교	82
[그림 Ⅲ-17] 포괄적 작업환경 평가제도 실행 여건에 대한 전문가 의견	85
[그림 Ⅲ-18] 포괄적 작업환경 평가제도 실행 여건 점수 비교	86
[그림 Ⅲ-19] 전문성 부족이 제도 시행에 가장 중요한 방해 요인이라고 생각하는 비중 비교	90
[그림 Ⅲ-20] 측정기관의 수입 감소와 사업장의 비용지출 증가가 제도 시행에 가장 중요한 방해 요인이라고 생각하는 비중 비교 ...	90
[그림 Ⅲ-21] 제도 활성화 방안에 대한 전문가 동의 비율	92

I. 서론



I. 서론

1. 배경 및 필요성

고용노동부는 2020년부터 현행 작업환경 측정 제도에 위험성평가 (risk assessment) 개념을 접목한 “포괄적 작업환경평가 제도” 도입을 위한 연구와 시범사업을 진행하고 있다. 이 제도는 기술적으로 평가가 가능한 모든 유해인자를 대상으로 평가 대상을 확대하고(측정이 불가능한 인자는 위험성평가로 대체), ‘사전 유해요인 조사(정밀 예비조사)’→‘측정 유해인자 결정’→‘측정 전략 수립’→‘노출평가’→‘최종 위험성평가’→‘개선 대책 수립’→‘종합보고서 제출’ 등 일련의 과정을 종합적으로 진행하는 평가 모델을 제시하고 있다(이윤근 등, 2022).

이 평가 모델은 노출기준 초과 유무를 확인하는 기존의 ‘작업환경 측정’ 개념을 ‘작업환경 평가와 관리’ 개념으로 전환하는 새로운 형태의 측정 방향이다(이윤근 등, 2022).

새롭게 제시된 포괄적 평가는 기존 작업환경 측정 제도와는 많은 차이가 있다(표 I-1). 법적으로 규정된 평가대상이 기술적으로 측정이 가능한 모든 유해인자로 확대되었으며, 평가의 주기, 평가대상 선정, 평가 방법 등 기술적인 내용 또한 정해진 규정 내에서만 측정했던 것을 전문가의 판단에 따라 다양한 방법을 적용할 수 있다. 즉, 기존의 측정 제도는 노출기준 초과 여부를 판단하기 위한 기술적 측정이 중심이었다면 새로운 측정 제도는 위험성평가를 기반으로 한 유해인자의 평가와 관리를 중심으로 측정 목적의 전환을 제안하고 있다(이윤근 등, 2023).

〈표 I-1〉 기존 측정 제도와 포괄적 평가제도의 비교*

구분	기존 측정 제도	포괄적 평가제도
목적	• 법적 노출기준 초과여부 판단	• (포괄적)유해인자의 노출평가 및 관리
주체의 자발성	• 사업주(수동적, 의무적)	• 사업주(능동적, 자기 주도적) • 노동조합을 포함한 사업 추진체계 구성
평가 대상	• 192종의 법적 유해인자	• 평가가 가능한 모든 유해인자로 확대
평가 방법	• 노출기준 초과 여부를 판단하는 규정된 작업환경측정 방법 적용	• 측정 + 위험성평가 + 기타 노출평가 방법 • 개인 시료와 지역 시료, 생체시료 등 다양한 방법 적용
평가 주기	• 기본 6개월 주기 • 노출기준 초과 여부에 따라 주기 조정 가능	• 기본 6개월 주기 없음. • 전문가 판단에 의해 위험도 수준에 따라 다양하게 적용(수시~최대 3년)
작업환경 개선	• 노출기준 초과 시 의무적 개선	• 위험 수준에 따라 자율적 개선 + 의무적 개선
정부의 감독	• 보고제도 + 초과 시 행정조치	• 보고제도 폐지 제안 • 자발적 관리 + 노사에 의한 모니터링 • 외부 전문가 컨설팅
작업환경 관리	• 측정기관이 측정보고서 내 개선안 작성	• 별도의 전문가 영역 + 시간 & 예산 + 현장과의 협의 과정 등 별도의 컨설팅을 통한 지속적 관리

* 이윤근 등(2022)의 연구 결과 재인용

한편, 00석탄화력발전소를 대상으로 1차 시범사업으로 포괄적 작업환경 평가 모델을 적용한 결과 다음과 같은 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다(이윤근 등, 2021).

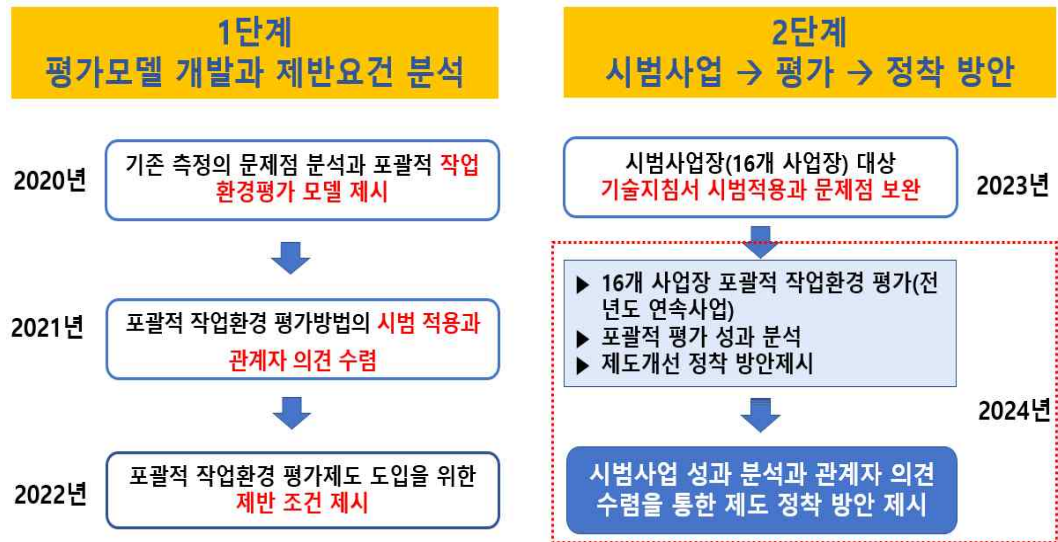
- ▶ 작업 단위 당 측정 시료 수가 증가하였다.
- ▶ 열악한 작업환경이 측정에 반영됨으로써 노출지수가 증가하였다.
- ▶ 노출기준 초과 작업이 새롭게 확인되었다.
- ▶ 노/사 관계자의 만족도가 매우 높았다.

2023년에는 이와 같은 긍정적 효과를 바탕으로 새로운 측정 제도가 현실적으로 적용 가능한지를 평가하기 위하여 16개 사업장으로 시범사업을 확대하여 평가 모델의 효과를 검증하고 문제점을 수정 보완하기 위한 2차 시범사업을 실시한 바 있다.

본 사업은 이와 같은 2차 시범사업의 연속 사업으로 2023년도에 진행한 16개 사업장의 성과를 분석하고, 제도적 시행 기반과 활성화 방안을 마련하고자 계획되었다.

2. 선행 연구 분석

고용노동부는 2020~2022년까지 3년에 걸쳐 포괄적 작업환경평가 제도 도입을 위한 순차적인 선행 연구와 2023년 시범사업을 단계적으로 진행한 바 있다(그림 I-1 참고).



[그림 I-1] 포괄적 작업환경평가 제도 연구 요약

1) 기존 측정 제도의 문제점 분석과 새로운 평가모델 개발(2020년)

2000년 연구 1년 차에는 특정 시범사업장을 대상으로 기존 측정 제도의 문제점을 분석하였고, 이를 바탕으로 새로운 평가 모델을 개발하였다.

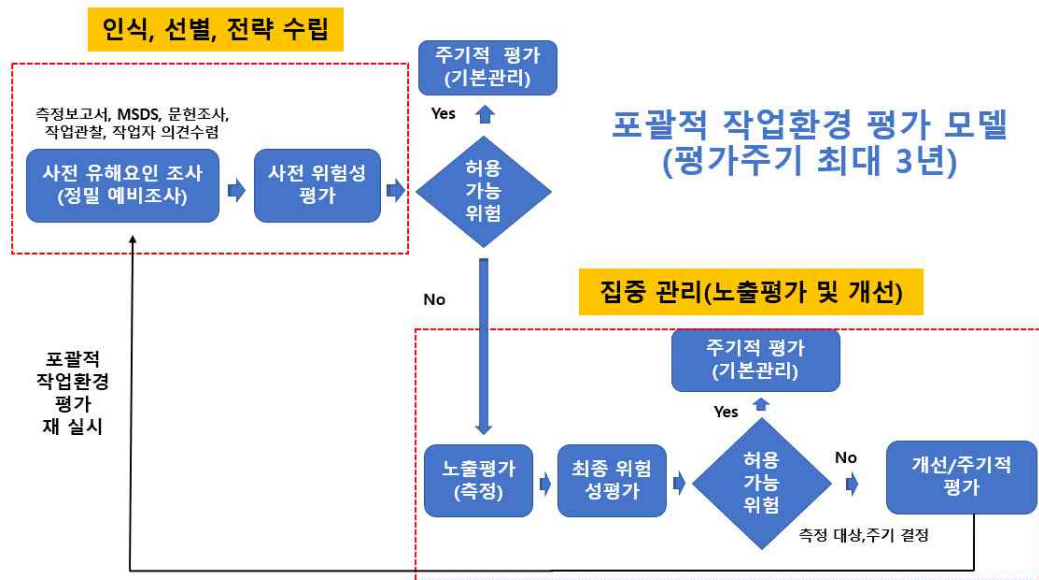
기존 측정 제도의 핵심적인 문제를 다음과 같이 요약할 수 있다(이윤근 등, 2020).

- 실제 작업 현장에서 문제가 되는 유해인자임에도 법적인 측정 대상(192종)이 아니라는 이유로 측정에서 누락 되거나 위험도가 낮아 별로 문제가 되지 않는 유해인자임에도 고용노동부의 근로감독이 부담되어 어쩔 수 없이 매번 반복 측정하고 있고,
- 측정 대상자(혹은 작업)를 선정할 때 전문가(측정기관)와 현장 작업자의 의견이 거의 반영되지 않고 기존에 해왔던 관례와 사업주의 의견이 측정 대상 선정의 절대적 영향을 미치고 있으며,
- 수일~수주 정도의 특정된 짧은 기간에만 측정이 이루어짐으로써 특이하게 발생하는 작업 상황(대정비 작업 등)이 반영되지 않아 실제 문제가 되는 열악한 작업환경(고농도의 최고 노출 상황)이 드러나지 않고 있음.
- 이와 같은 문제가 누적되면서 사전적 예방이라는 작업환경 측정 본연의 목적보다는 법적 요건을 충족하기 위해 어쩔 수 없이 해야만 하는 행정규제로 인식하는 경우가 있음.

이러한 문제점들을 개선하기 위해 현행 작업환경 측정 제도에 위험성평가(risk assessment) 개념을 접목한 “포괄적 작업환경평가 제도” 모델을 개발하였다(그림 I-2). 이 모델은 기술적으로 평가가 가능한 모든 유해인자로 관리 대상을 확대하고(측정이 불가능한 인자는 위험성평가로 대체) 그 유해인자에 대해 ‘정보수집 및 분석’ → ‘정밀 예비조사’ → ‘평가 전략 수립’ → ‘측정 유해인자 결정’ → ‘노출평가’ → ‘개선 대책 수립’ → ‘종합보고서 제출’ 등 일련의 과정을 종합적으로 진행토록 하여 노출기준 초과 유무를 확인하는 작업

환경 측정이 아닌 작업환경 평가와 관리 개념으로 전환하는 새로운 형태의 측정 제도로 다음과 같은 제도개선 방향을 제시하고 있다(이윤근 등, 2020).

- 평가대상을 법적인 측정 항목 외에 작업자 관점에서 위험성이 있고, 위험성평가가 가능한 모든 유해인자로 확대
- 위험도 수준에 따라 측정 주기 조정 등 유해인자의 관리전략을 수립할 수 있도록 위험성평가 제도를 측정 제도에 접목
- 단순히 노출기준 초과 여부를 판단하는 측정으로만 끝나지 않고 유해인자 관리와 작업환경 개선을 포함한 ‘포괄적 작업환경 관리제도’로 확대
- 고용노동부와 사업주의 눈치를 보지 않고 작업자들이 느끼는 실제적인 문제점들이 측정 전략에 반영되기 위해 측정 전략 수립 과정에 노사가 참여



[그림 I-2] 1차년도에 제시된 포괄적 작업환경평가 모델(안)

2) 평가 모델 시범사업 적용과 관계자 의견 수렴(2021~2022년)

2021년에는 새롭게 개발된 평가모델을 특정 사업장(석탄화력발전소)을 대

상으로 적용하여 가시적인 변화를 확인하였으며, 이러한 평가 모델에 대해 관계자(측정기관, 사업장, 전문가 등)들의 의견수렴을 시행하였다.

(1) 시범사업 효과

시범사업장인 00석탄화력발전소를 대상으로 외부 측정기관에서 실시한 측정 결과를 바탕으로 시범사업 전(2017~2019년)과 시범사업 후(2021년)의 결과를 비교 분석하여 어떤 변화가 있었는지를 분석하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다(이윤근 등, 2021).

가) 작업 단위 당 측정 시료 수가 증가하였다.

발전소 호기별 측정 시료 수 변화를 보면 사업 전에는 발전소당 평균 162개였던 측정 시료 수가 시범사업 후에는 평균 375개로 132% 증가하였다.

측정 시료 수가 증가함에 따라 측정 결과의 신뢰성 향상에 도움이 될 것으로 기대된다.

나) 열악한 작업환경이 측정에 반영됨으로써 노출지수가 증가하였다.

시범사업 전에는 연간 노출지수 평균이 0.03%(금속류)~7.49%(입자상물질) 수준으로 매우 낮은 것으로 나타났으나 사업 후에는 평균 0.14%(기타 화학물질)~19.4%(입자상물질)로 증가한 것으로 나타났다. 특히 석탄발전소에서 가장 중요한 입자상물질의 노출지수는 시범사업 3년 동안의 평균 노출지수가 5.7%이었던 것이 시범사업 후에는 17.8%로 3.1배 증가하였다.

이러한 결과로 볼 때 포괄적 평가 전략은 열악한 작업환경인 최고 노출 상황이 어느 정도 측정에 반영되었을 것으로 판단된다.

다) 노출기준 초과 작업이 새롭게 확인되었다.

시범사업 전에는 모든 유해 물질에서 노출기준을 초과한 건수는 단 한 건도 없었으나 시범사업 후에는 노출기준을 초과한 건수가 20건으로 증가하였

다. 특히, 입자상물질의 경우 시범사업 전에는 노출기준을 초과한 시료가 단 한 건도 없었으나 시범사업 이후에는 측정 시료의 3.2%에서 노출 기준을 초과하였다.

이러한 결과는 그동안 측정에서 상당 부분 제외되었던 특이 작업(정비 작업 등) 중심의 평가 전략이 반영된 결과로 판단된다.

라) 작업환경 측정과 작업개선 비용이 증가하였다.

측정 전략의 변화에 따라 특이작업과 협력 업체의 측정 비중이 증가하였고, 열악한 환경으로 추측되는 작업이 측정에 집중적으로 반영됨에 따라 측정 비용이 증가하였다. 또한 화학물질 관리시스템 구축 등 작업환경 관리계획이 수립됨에 따라 작업환경 개선 비용도 증가하였다.

마) 노/사 관계자의 만족도가 매우 높았다.

전체 사업 과정에 참여한 노/사 관계자의 만족도를 조사한 결과 시범사업의 효과를 매우 긍정적으로 평가하였다. 이는 전체 평가 과정에 노/사 참여권이 보장되고, 작업자 의견이 추진 과정에 반영되는 효과로 판단된다.

(2) 제도개선 방향 설정을 위한 전문가 의견수렴 결과

총 6회의 전문가 토론회와 36명의 전문가를 대상으로 델파이조사를 시행한 결과 향후 제도개선 방향에 대한 전문가 의견은 다음과 같이 파악되었다(이윤근 등, 2022).

가) 현행 측정 제도의 문제점에 대한 인식의 차이

학계에 있는 전문가들은 모든 문제 요인에 대한 동의 비율이 75.0%~91.7%로 매우 높게 나타났고, 응답자 간 의견 일치도 또한 매우 높았다.

측정기관 전문가들은 ‘측정 주기 문제(18.2%)’, ‘측정보고서 한계(36.4%)’,

기타 나머지 문제 요인에 대한 동의 비율(45.5~63.6%)이 다른 전문가 그룹에 비해 낮은 비율을 보였다. 전체적으로 전문가 내 일치도도 낮게 나타났다.

노사 관계자들은 모든 항목의 문제점 동의 비율이 측정기관에 비해 높고, 의견 일치도도 상대적으로 높은 편이었다.

나) 새로운 제도개선 방향에 대한 의견

전체 패널(36명)들의 제도개선 방향에 대한 찬성 비율을 보면, '측정 대상 유해인자 확대(80.6%)가 가장 높았고, 그다음으로 '실질적 문제점을 도출한 사업장에 인센티브 부여(72.2%)', '위험성평가 방법 접목(61.1%)', '작업관찰 후 전문가가 피측정자 직접 선정(61.1%)' 순이었다. 기타 '계약기간 3년 조정과 종합보고서 작성', '작업개선 계획 수립 비용의 별도 반영'은 50%대 찬성 비율로 중간 정도였으며, '작업환경 측정 주기 조정'은 33.3%로 가장 낮은 비율을 보였다.

전문 그룹별 특성으로 세분화해서 보면 학계에 있는 전문가들은 모든 개선 방향의 찬성 비율이 매우 높고, 응답자 간 의견 일치도도 높았다. 측정기관에 있는 전문가들은 '측정 주기 문제(8.3%)', '3년 계약과 종합보고서 작성(25.0%)', '전문가 개입 권한 확대(33.3%)', '개선계획 수립과 별도 비용 청구(33.3%)'의 개선 방향에 대한 찬성 비율이 낮고, 응답자 간 의견 일치도도 낮았다. 노사 관계자들은 개선계획 수립과 별도 비용 청구(33.3%)의 개선 방향에 대한 찬성 비율이 응답자 간 의견 일치도도 낮았다.

다) 개선 방향의 반대 사유

새로운 제도개선 방향에 대한 반대 의견들을 개방형 설문으로 조사한 결과 다음과 같은 주된 의견들을 제시하였다.

(가) 경제적 문제

대부분이 측정 수입 감소(측정 주기 조정, 위험성평가 대체 등) 및 추가 비용 부담(측정 기간 장기화, 종합보고서 작성 비용 등)과 관련된 의견들을 제시하였다.

(나) 전문성 부족과 새로운 제도변화에 대한 불안감

소규모 측정기관의 전문성 부족(종합보고서 작성, 실행적 작업개선 계획 수립, 위험성평가 접목 등)과 인원 부족(수시 측정 확대, 측정 기간 장기화 등)에 의한 경쟁력 약화를 제시하였다.

(3) 제도개선을 도입 방안 시나리오(2022년)

포괄적 작업환경 평가제도 도입을 위한 시나리오는 크게 3가지 안을 제안하였다(이윤근 등, 2022).

- 제1안 : 기존 제도와 새로운 제도의 병행 운영 방안(시행규칙 부분 개정, 병행 시행)
- 제2안 : 새로운 제도의 전면 도입 방안(법 및 시행규칙 개정, 전면 시행)
- 제3안 : 안전보건진단 및 위험성평가 제도 활용 방안(시행규칙 부분 개정, 병행 시행).

제1안은 현행 측정 제도와 새로운 제도를 병행하면서 사업주(혹은 노사 합의)가 선택하도록 하는 방안이다. 이 안은 기존 제도에 익숙한 이해관계자(노/사, 측정기관) 관점에서 다른 사업장 사례를 참고하여 도입을 검토할 수 있다는 점에서 가장 선호할 수 있는 방안이다. 그러나 정부의 적극적인 홍보와 활성화를 위한 유인 정책이 따르지 않을 경우, 극히 일부 사업장만 도입하거나 제도가 사장될 소지가 있다. 또한 노동조합이 없거나 소규모 사업장의 경우 참여의 실효성이 적을 수 있다는 단점이 있다.

제2안은 포괄적 작업환경평가 제도를 전면 도입하는 것으로서, 새로운 제도와 기존 제도를 병행하는 제1안에서 법과 모든 하위 규정까지 전면 개정하

는 방안이다. 그러나 이 시나리오는 현재 포괄적 작업환경평가 제도에 대한 이해관계자의 이해도가 충분하지 않은 상태에서 반대가 예상될 뿐만 아니라, 부칙을 두어 일정 기간 유예를 둔다고 하더라도 규제심사에 상당한 어려움이 예상된다는 단점이 있다.

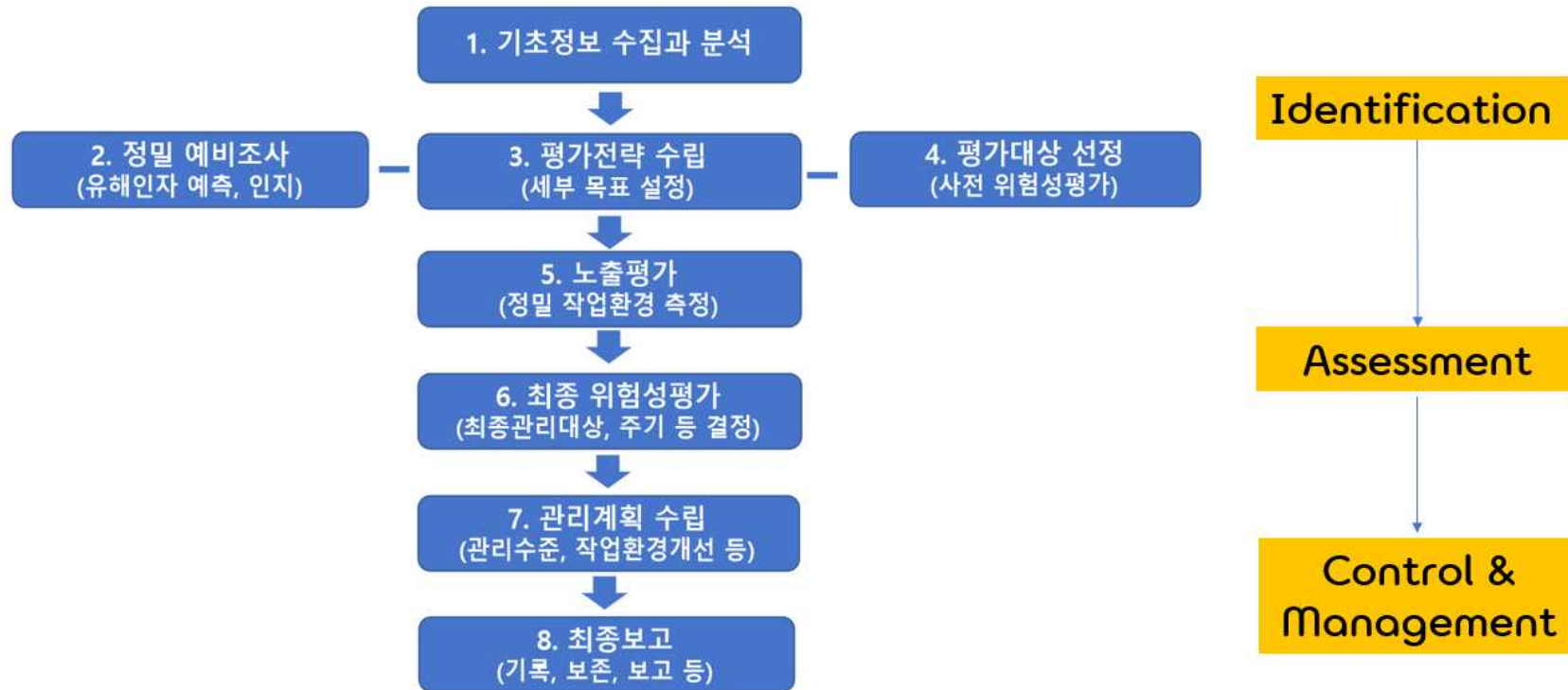
제3안은 기존 제도인 안전보건 진단과 위험성평가 제도에 포괄적 작업환경평가 기법을 적용하는 방안이다.

안전보건 진단 제도를 활용하는 방안은 사실상 포괄적 작업환경평가 제도와 그 맥을 같이 한다고 할 수 있다. 또한 작업환경이 불량한 사업장을 대상으로 행정명령으로서 포괄적 작업환경평가를 하도록 한다는 점에서 명분과 당위성 확보도 가능하다. 다만, 행정명령으로만 이뤄진다는 점에서 제도 활성화를 기대하기 힘들어 가능한 제1안으로 제시된 시나리오와의 조합으로 운영할 필요가 있다. 또한 현재 명령 진단으로만 되어 있는 진단 제도를 자율 진단 영역으로 확대하고 동일한 법적 효력을 부여하는 방안도 고려할 필요가 있다.

위험성평가 제도를 활용하는 방안은 새로운 제도 도입에 반대하는 측정기관과 사업주의 반발을 최소화할 수 있고, 전면 개정에 따른 부담을 줄이는 장점이 있다. 그러나 노동단체의 반발, 노동조합이 없거나 소규모 사업장은 참여하는데 어려움이 있을 수 있다.

3) 기술지침서 개발과 수가 적용 방안 연구(2022~2023년)

포괄적 평가 모델의 현장 활용을 위한 기술지침서를 개발하였다. 평가 과정은 문제의 인식(Identification) → 평가(Assessment) → 개선과 관리(Control & Management)의 절차를 총 8단계로 세분화하여 진행한다(그림 I-3).



[그림 I-3] 포괄적 작업환경 평가 절차

각각의 평가 단계에서 수행해야 할 주요 내용을 요약하면 다음과 같다(이윤근 등, 2023).

- ① **기초 정보 수집(Information Gathering)** : 안전보건 관리체계, 작업 조직과 작업내용, 작업조건, 작업자 특성, 유해인자 특성 등 위험성평가 및 관리에 필요한 기초 정보 수집과 분석에 관한 사항
- ② **예비조사(Walkthrough Survey)** : 파악된 기초 정보를 현장 방문과 작업관찰을 통해 직접 확인하고 작업자 면담을 통해 작업 중 애로사항을 수집하며, 유해인자의 노출 범위와 노출시간 등을 파악
- ③ **전략 수립(Assessment Strategy)** : 작업관찰 등 예비조사 후 평가 목표와 전략, 평가 방법, 평가 일정 등을 포함한 평가 전략 수립에 관한 사항
- ④ **평가대상 선정(Hazard Identification)** : 사전 위험성평가를 통해 노출 평가가 필요한 유해인자를 선정하고, 최종 노사 의견을 수렴하여 목록을 작성
- ⑤ **노출평가(Exposure Assessment)** : 작업장 환경 시료(공기, 피부, 섭취 등), 생물학적 모니터링(BEI) 등의 평가 방법을 이용한 유해인자의 발생 및 노출평가에 관한 사항
- ⑥ **최종 위험성평가(Risk Assessment)** : 유해인자의 노출평가 후 작업자 건강 영향의 가능성(빈도)과 중대성(강도)을 근거로 위험의 크기와 관리 수준 평가에 관한 사항
- ⑦ **관리계획 수립(Risk Management)** : 위험도 수준에 따른 관리 단계를 설정하고, 위험 단계별 관리계획 수립에 관한 사항
- ⑧ **문서 기록, 보고, 보존(Recordkeeping and Reporting)** : 수집된 모든 정보와 평가된 모든 결과를 바탕으로 한 종합 보고서 작성, 보고, 기타 정보 보관에 관한 사항

4) 적정 수수료 산정 방안 제시(2023년)

현행 작업환경 측정 비용은 기본 수수료 및 예비 조사비, 그리고 측정/분석 수수료로 구성된 '작업환경측정 원가 계산표'를 기준(물가정보원, 2023)으로 사업장 규모에 따른 포괄적 수가를 적용하고 있다.

따라서 현재의 작업환경 측정 비용 산정기준으로는 질적인 작업환경 측정을 기대하는 데 한계가 있다. 새로운 유해인자를 찾아내기 위한 다양한 정보 수집과 투입되는 인력과 노동력 투입일 수를 전혀 반영할 수 없어 측정기관으로서 질적 측정에 대한 동기부여를 갖기가 어렵다. 즉, 고정된 단가의 문제로 수입을 창출하기 위해서는 측정 사업장 수를 늘리거나 측정 시료 수를 늘리는 방법이 유일한 수단이라고 할 수 있다.

이와 같은 문제점들을 개선하기 위해 선행 연구를 분석하여 적정 수수료를 산정할 때 반영되어야 할 수가 항목을 다음과 같이 제안하였다(이윤근 등, 2023).

- ① 인건비 = 직접노무비 + 간접노무비 (직접노무비의 일정 비율)
- ② 직접경비 = 측정 및 분석 비용(표준단가 적용), 출장비 등의 직접비용
- ③ 일반 관리비 = 재료비 + 인건비 + 직접경비의 일정 비율
- ④ 이윤 = 인건비 + 직접경비의 일정 비율

이러한 방향성을 기준으로 별도의 인건비 적용과 이윤을 보장하는 방식으로 <표 I -2>와 같이 2가지 방안을 제안하였다.

제1안은 원가계산 적용 방식을 기준으로 한 비용 산정 방식이며, 일반 관리비 비중을 '인건비+직접경비의 6%', 이윤을 '인건비+직접경비+일반 관리비의 10%'를 기준으로 하였다.

제2안은 표준원가 계산 방식을 기준으로 한 비용 산정 방식이며, 일반 관리비 비중을 '직접인건비의 110%', 이윤을 '인건비+일반 관리비의 20%'를 기

준으로 하였다. 인건비와 직접경비는 표준원가로 정부고시로 만들어져야 하며, 그 비용에 일정한 비율을 조정해서 일반 관리비와 이윤을 계산하는 방식이다.

소규모시범 사업장 4개소를 대상으로 1안(원가계산 적용 방식)과 2안(표준원가 적용 방식)을 적용한 결과 기존 측정 방식에 비해 1안은 2.1배, 2안은 2.9배 비용이 증가한 것으로 나타났다.

〈표 1-2〉 포괄적 작업환경평가 수수료 산정기준(안)

예산 항목	세부 내용	1안(원가계산 적용 방식)	2안(표준원가 적용 방식)
		KIDIF(2020) 연구 참고	환경부고시 참고
1. 인건비 (A)	<ul style="list-style-type: none"> 직접인건비 (man-day 기준) 간접인건비 (4대 보험, 퇴직급여 등) 	<ul style="list-style-type: none"> 직접인건비 : 실비 간접인건비 : 14.55% 	<ul style="list-style-type: none"> 2023 엔지니어링 기술 단가에 의한 man-day 기준
2. 직접 경비 (B)	<ul style="list-style-type: none"> 재료비(시약, 분석 비용 등) 출장비(교통비, 식비, 숙박비 등) 	<ul style="list-style-type: none"> 재료비: 측정 및 분석 표준 수가 적용 기타 실비 기준 	<ul style="list-style-type: none"> 좌동
3. 일반 관리비(제경비) (C)	<ul style="list-style-type: none"> 사무실비, 광열수도비, 사무용 소모품비, 비품비, 기계·기구의 수선 및 감가상각비, 회의비, 공과금 등 직접경비+인건비의 일정 비율 적용 	<ul style="list-style-type: none"> $(A+B) \times 6\%$ 	<ul style="list-style-type: none"> $A \times 110\%$(직접인건비의 110%, 환경부고시의 최저 기준 적용)
4. 이윤 (기술료) (D)	<ul style="list-style-type: none"> 인건비+직접경비의 일정 비율 	<ul style="list-style-type: none"> $(A+B+C) \times 10\%$ 	<ul style="list-style-type: none"> $A+C$의 20%(환경부고시의 최저 기준 적용)
측정 비용 원가		<ul style="list-style-type: none"> $A+B+C+D$ 	<ul style="list-style-type: none"> $A+B+C+D$

3. 연구 목표

본 연구는 2023년 산업안전보건연구원 위탁 과제로 진행된 시범 사업 성과를 분석하고 제도 정착을 위한 제반 사항을 마련하는 데 있으며, 구체적인 연구 목표는 다음과 같다.

〈표 I-3〉 세부 연구 목표

최종 연구 목적(최종 목표)	
시범사업 성과 분석 및 제도 정착을 위한 제반 사항 제시	
사업영역	세부 목표
1. 시범사업장 포괄적 작업환경 평가	① 기술지침서를 적용한 16개 사업장의 포괄적 작업환경 평가
2. 시범사업 성과분석	① 측정 대상(작업 단위, 유해인자 등)의 변화 ② 유해인자의 질적 관리 변화(측정 주기, 측정 절차, 작업환경개선 등) ③ 측정 결과의 비교분석(시료 수, 노출지수, 위험성평가 결과 등) ④ 측정 투입 인력 및 비용의 변화
3. 제도개선 정착 방안 제시	① 전문가 의견수렴을 통한 구체적인 정책 방향 제시 ② 사업장/측정기관 참여를 위한 제도 활성화 방안 제시

II. 연구 방법



II. 연구 방법

1. 연구 개요

연구 내용을 요약하면 <표 II-1>과 같다.

<표 II-1> 연구 내용 요약

추진단계	추진 내용	추진방법
1. 시범 사업장 포괄적 작업환경 평가	<ul style="list-style-type: none"> • 16개 사업장 대상 포괄적 작업환경 측정 평가 전략 적용(8단계 전략) • 평가기관의 질적 관리 및 진행 단계별 컨설팅 • 평가 결과에 기반한 관리계획 수립 	<ul style="list-style-type: none"> • 작업환경 측정 • 사업장 간담회 • 자료 분석
2. 시범사업 성과분석	<ul style="list-style-type: none"> • 측정 대상(작업 단위, 유해인자 등) 비교분석 • 유해인자의 질적 관리 내용(측정 주기, 측정 절차, 작업환경개선 등)의 비교분석 • 측정 결과의 비교 분석(시료 수, 노출지수, 위험성평가 결과 등) • 측정 투입 인력 및 비용의 비교분석 	<ul style="list-style-type: none"> • 자료 분석 • 간담회
3. 제도개선 정착 방안 제시	<ul style="list-style-type: none"> • 전문가 의견수렴을 통한 정책 방향의 합의점 도출과 구체적인 정책 방향 제시 • 사업장/측정기관 참여를 위한 제도 활성화 방안 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 자료 분석 • 설문조사(전문가 델파이조사)

이와 같은 사업을 통해 최종 제시될 사업 결과물은 다음과 같다.

- ① 시범사업 전후의 비교분석을 통한 성과분석 결과
- ② 포괄적 작업환경 평가 제도 정착 방안

2. 연구 내용 및 방법

1) 시범사업장 포괄적 작업환경 평가

수행 목표	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 포괄적 작업환경 평가 기술지침서 기반한 작업환경 평가 ▶ 참여기관과 사업장 대상 작업환경 평가 과정의 질관리 및 컨설팅
세부 목표	<ul style="list-style-type: none"> ① 16개 사업장 대상 포괄적 작업환경 측정 평가 전략 적용(8단계 전략) ② 평가기관의 진행 단계별 컨설팅 ③ 평가 결과에 기반한 관리계획 수립

(1) 포괄적 작업환경 평가

가) 평가대상 사업장

포괄적 작업환경 평가는 2023년에 진행된 16개 시범사업장을 대상으로 하였다.

평가대상 사업장은 <표 II-2>와 같다.

〈표 II-2〉 포괄적 작업환경 평가대상 사업장

No	구분	사업장명	지역	주 생산품	직원수
1	50인 미만	00테크	경기	알루미늄 도금	5
2		00텔레콤		통신용 커넥터	23
3		00원		화장품 용기	20
4		0진		스프레이도장	4
5		00피티		도어락	3
6		00아이티		목재, 가구	7
7		0강주식회사	충북	플라스틱 배관	28
8		00테크00공장	충북	자동차 라디에이터	28
9		00테크3공장,(신설)	충북	자동차 라디에이터	9
10		00실업	부산	합성피혁	11
11		00정관	부산	스텐레스파이프	8
12		00라인	부산	신발	42
13	50-300인	000인터내셔널	충북	직물제조	88
14		00전자 1공장*	경남	전자	100
15		00전자 2공장*	경남	전자	100
16	300인 이상	000프라즈마	경기	방송 장비	300

* 해당 사업장은 대규모 공장으로 특정 부서의 특정 라인만을 대상으로 평가하였으며, 직원 수는 특정 라인 기준임

나) 평가대상 물질

16개 사업장의 평가대상 유해 물질을 요약하면 다음과 같다.

〈표 II-3〉 사전 위험성평가를 통한 작업환경 평가대상 물질 선정 결과

평가 구분	기타 화학물질	금속류	분진류	물리적 인자	계
유해성 검토 대상 물질	241종 (100%)	36종 (100%)	10종 (100%)	4종 (110%)	291종 (100%)
사전 위험성평가 결과 위험성 허용 불가 물질	93종 (38.6%)	15종 (41.7%)	6종 (60.0%)	4종 (100%)*	118종 (40.5%)

평가대상 물질 중 고독성물질 현황을 보면 다음과 같다.

〈표 II-4〉 사전 위험성평가를 통한 작업환경 평가대상으로 선정된 고독성물질
현황

평가 구분	발암성 물질	변이원성 물질	생식독성 물질	계*
유해성 검토 대상 물질	34 (100%)	8 (100%)	9 (100%)	39 (100%)
사전 위험성평가 결과 위험성 허용 불가 물질	27 (79.4%)	5 (62.5%)	2 (22.2%)	32 (82.1%)

*중복물질 제외

다) 평가 전략

2023년에 진행된 사전 위험성평가 결과를 기반으로 실질적인 작업환경 평가를 진행하였다.

포괄적 작업환경 평가 절차는 2023년 선행 연구에서 제시된 기술지침서를 바탕으로 정보 수집 → 정밀 예비조사 → 평가 전략 수립 → 사전 유해성 평가 → 노출평가 → 최종 위험성평가 → 관리계획 수립 → 결과 보고 및 문서 보존 등 총 8단계로 진행되었다(그림 I-3 참고).

라) 작업환경 관리 방향

최종 위험성평가 결과를 바탕으로 위험성 수준에 따른 관리 기준(표 II-5)을 제시하였다(이윤근 등, 2022). 허용할 수 없는 허용 불가능 유해인자에 대해 구체적인 관리계획을 제안하였다.

〈표 II-5〉 위험성 정도에 따른 작업환경 관리 기준

단계	위험성	허용 가능 여부		작업환경 관리기준
1	낮음	모든 유해인자	허용 가능	특별한 조치 없음 (필요에 따라 개선)
2	보통	기타 유해인자	허용 가능	중장기적 개선 (자체 계획에 따라 개선)
		직업병 유소견자 발생 혹은 CMR 물질	허용 불가능	단기개선 (6개월내 개선계획 수립 후 6개월 내 개선)
3	높음	기타 유해인자	허용 불가능	
		직업병 유소견자 발생 혹은 CMR 물질	허용 불가능	
4	아주 높음	모든 유해인자	허용 불가능	

(2) 평가기관 컨설팅

시범사업에 참여하는 측정기관의 질 관리를 위해 전문가 지원을 통한 컨설팅을 진행하였다. 측정기관 대상 컨설팅은 ‘위험성평가(측정)’, ‘유해 물질 분석’, ‘작업환경 개선’ 분야로 구분하여 해당 연구진이 사업장 방문과 측정기관 별로 개별적으로 지원하였다.

〈표 II-6〉 포괄적 평가 참여기관 질 관리영역과 추진 방법

내용	방법
<ul style="list-style-type: none"> • 측정 전략과 위험성평가 (김원, 최영은) • 유해 물질 분석 (최인자) • 작업환경 개선 (정태진) 	<ul style="list-style-type: none"> • 3개 분야별 전문가 지원 • 사업장 방문 • 주기적 연구진 회의

2) 시범 사업 성과 분석

수행 목표	▶ 시범사업 전후의 비교분석을 통해 포괄적 작업환경 평가의 성과 분석
세부 목표	① 측정 대상 비교분석(작업 단위, 유해인자 등) ② 유해인자의 질적 관리 내용의 비교분석(측정 주기, 측정 절차, 측정 방법, 작업환경개선 등) ③ 측정 결과의 비교 분석(시료 수, 노출지수, 위험성평가 결과 등) ④ 측정 투입 인력과 비용의 비교분석

시범사업 전후 측정 결과의 비교분석과 진행 과정상의 제반 문제점 분석 등 포괄적 작업환경 평가 결과의 성과를 분석하였다.

시범사업 평가는 포괄적 평가 전후를 비교하여 어떤 변화가 있었는지를 평가하기 위한 목적이다. 〈표 II-7〉과 같은 내용을 중심으로 자료 분석과 간담회를 통해 진행하였으며, 이를 통해 사업 진행 과정의 긍정적인 부분과 부정적인 부분을 분석하여 측정 제도개선 방향에 반영하였다.

〈표 II-7〉 시범사업 평가 내용 요약

평가대상	평가 내용	평가 방법
시범사업장 (16개 사업장)	<ul style="list-style-type: none"> • 평가 유해인자 변화 • 유해인자별 노출 수준 변화 • 유해인자별 위험도 변화 • 작업환경 개선 변화 	<ul style="list-style-type: none"> • 자료 분석
측정기관 (4개 기관)	<ul style="list-style-type: none"> • 투입 인력 변화 • 작업 공수 변화 • 사업 투입비용 변화 • 사업 기간 변화 	<ul style="list-style-type: none"> • 자료 분석 • 간담회

3) 제도개선 정착 방안 제시

수행 목표	작업환경 평가 정책 방향과 활성화 방안을 제시한다.
세부 목표	<ul style="list-style-type: none"> ① 전문가 의견수렴을 통한 구체적인 정책 방향의 합의점 도출과 정책 방향 제시 ② 사업장/측정기관 참여를 위한 제도 활성화 방안 제시

(1) 조사 방법

합의점 도출 과정은 집단의 의견들을 조정·통합하고, 다수의 의견을 수렴하기 위해 중재 도구로 주로 사용되는 델파이 기법(Delphi method)을 이용하여 새로운 측정 제도의 정책 방향의 합의점을 도출하였다.

각각의 항목에 대한 합의점은 타당도 (Validity), 안정도 (Stability), 일치도, 수렴도 분석을 통해 검증하였으며 통계적인 분석 항목은 다음과 같다(이종현 등, 2020).

① 내적 타당도(변이계수, Contents Validity Ratio: CVR)

변이계수는 전문가들의 동의 수준을 알아보는 값으로 전문가 의견이 긍정적으로 수렴이 되었는지를 판단하는 지표로 다음과 같이 계산한다.

$$CVR = \frac{n_e - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$$

n_e : 긍정적으로 응답한(동의 혹은 매우 동의) 전문가 수

N : 문항에 대하여 응답한 전체 인원수

CVR 값의 범위는 -1.0에서 +1.0까지이다. 이때, 4점 리커트 척도(1점=매우 동의하지 않음, 4점=매우 동의함)에서 응답자의 절반 이상이 3점(동의함)이나 4점(매우 동의함)으로 응답한 경우 CVR 점수는 양의 점수(+)이고 응답자의 절반 이상이 1점(매우 동의하지 않음)이나 2점(동의하지 않음)으로 응답한 경우 CVR 점수는 음의 점수(-)이다. 라운드 별 참여자 수에 따라 타당도가 높다고 판단하는 기준은 다음과 같은 기준을 참고하였다(Lawshe, 1975).

〈표 II-8〉 패널 수에 따른 CVR의 최소값

패널수	CVR 최소값	패널수	CVR 최소값
10	0.62	20	0.42
11	0.59	25	0.37
12	0.56	30	0.33
13	0.54	35	0.31
14	0.51	40	0.29
15	0.49		

본 조사의 경우 라운드 참여자가 23명인 점을 고려하여 0.39 이상일 때 추가 라운드 평가가 필요 없는 안정도를 만족한 것으로 평가하였다.

② 합의도(Consensus)

전문가의 50%가 어느 구간에서 일정한 응답을 했는지를 나타내는 지표이다. 전문가의 일치도가 어느 정도인지를 평가하는 지표로 1에 가까울수록 일치도가 높다고 해석하며 값이 0.75 이상일 때 일치도가 높다고 평가하는 기준값이다.

$$\text{합의도} = 1 - (75\text{백분위수} - 25\text{백분위수}) / \text{중위수}$$

③ 안정도(Stability)

라운드별 응답 추이가 어느 정도 안정화되었는지를 평가하는 지표이다. 다음 회차의 델파이조사를 진행할지, 혹은 전문가 의견이 안정적으로 수렴되어 델파이조사를 마칠지를 결정할 때 참고하는 값이다. 통상적으로 값이 0.5 이하면 어느 정도가 동의 여부가 안정화가 되었다고 해석하며, 이 값을 만족할 때는 차수별 응답자의 평가 결과가 큰 변화가 없음을 의미한다.

$$\text{안정도} = \text{표준편차} / \text{산술평균}$$

④ 수렴도(Convergence)

전문가들의 의견이 어느 정도 일치하는지를 판단하는 지표이다. 0에 가까울수록 어느 정도 의견 일치가 이루어졌다고 해석하는 지표로 통상적으로 0.5 이하일 때 일치도가 높다고 해석하는 기준이다.

$$\text{수렴도} = (75\text{백분위수} - 25\text{백분위수}) / 2$$

(2) 조사 내용

2021년에 실시된 현행 측정 제도의 문제점 분석, 그리고 2022년 조사된 제도개선 방향에 대한 델파이조사 결과, 이해 당사자(측정기관과 사업장)들과 전문가들 사이에 뚜렷한 의견 차이가 존재함을 확인하였다.

정책 방향에 대한 가장 중요한 대립 지점을 보면 이해 당사자(측정기관과 사업장)들은 현행 측정 제도가 어느 정도 문제점을 가지고 있다는 것에 동의 하지만 개선 방향에 대해서는 반대 비율이 높고, 응답자 간 의견 일치도가 낮은 것을 확인할 수 있었다. 주된 반대 사유로는 (측정기관 관점에서) 수입 감소와 전문성 부족, 그리고 (사업장 관점에서) 지출 비용 증가와 새로운 제도 도입에 대한 불안감 등으로 나타났다.

따라서 본 연구에서는 이와 같은 이해 당사자들의 편향된 제도 도입에 대한 인식 특성을 반영하여 델파이조사의 가장 중요한 조건인 ‘이해 당사자들의 배제 원칙’에 입각해서 사업장 및 측정기관 담당자들을 배제하고, 전문가 집단만을 대상으로 정책 방향에 대한 합의점 도출과 그에 근거한 향후 정책 방향 제시를 주요 목표로 하였다.

전문가 패널조사 내용을 요약하면 <표 II-9>와 같다.

〈표 II-9〉 제도개선 방안의 합의점 도출을 위한 전문가 델파이조사 개요

조사 영역	내용	조사 대상
제도개선 정책 방향	<ul style="list-style-type: none"> • 측정 제도의 패러다임 전환 • 위험성평가를 접목한 선택과 집중 전략 • 측정 비용 산정 방식 개선 방향 • 새로운 제도의 연락처 전략 • 측정 결과의 보고 방법 개선 • 전문성 확보를 위한 교육프로그램 지원 방안 	측정기관 및 사업장에 소속되지 않은 작업환경 측정 전문가 23명
정책 활성화 방안	<ul style="list-style-type: none"> • 확고한 정책 방향 제시 • 교육시스템 구축과 실행 매뉴얼 개발 • 참여기관과 사업장의 초기 인센티브 부여 	
제도개선 실행을 위한 현장 여건 진단	<ul style="list-style-type: none"> • 새로운 평가 전략에 대한 측정기관의 실행 능력 • 새로운 평가 전략에 대한 사업장의 수용 능력 • 새로운 평가 전략에 대한 정부 기관의 관리 감독 능력 • 측정기관 관점에서 제도개선의 걸림돌 • 사업장 관점에서 제도개선의 걸림돌 	
평가 방법	Delphi method (Round 2) / 4점 척도 평가	
분석 방법	<ul style="list-style-type: none"> • 타당도 (Validity) : content validity ratio, CVR • 안정도 (Stability) : coefficient of variation • 합의도 (Consensus) • 수렴도 (Convergence) 	

이중 정책 방향에 대한 합의점 도출 항목은 2022년에 실시된 델파이조사 결과를 바탕으로 다음과 같은 항목으로 선정하였다(설문 문항은 부록1 참고).

① 측정 제도의 패러다임 전환

노출기준 초과 여부를 확인하는 측정 개념에서 ‘포괄적 노출평가가 가능한 모든 유해인자를 대상으로 사전 위험성평가를 통한 문제 요인 파악 → 평가

→ 개선 및 관리의 기본적 절차에 입각한 평가 개념'으로 전환

② 위험성평가 제도를 활용한 선택과 집중 전략

처음 측정 시에는 새로운 작업환경 평가제도에 기반한 포괄적 작업환경 평가를 진행하고 이후에는 '위험성 수용 불가'에 해당하는 유해인자에 대해 집중해서 관리(측정 포함)하는 방식의 평가 전략

③ 측정 비용 산정 방법 개선을 통한 수익성 보장

'포괄 수가 적용 방식(사업장 규모에 따른 기본비용 적용)'을 적정 인건비와 경비, 일반 관리비, 이윤 등을 반영하는 '월가계산 적용 방식'으로 전환

④ 제도의 연착륙 전략

일정 기간 기존 측정 제도와 새로운 측정 제도를 병행하여 사업장이 선택할 수 있도록 하는 연착륙 방안

⑤ 측정 결과 보고 방법 개선

보고 의무, 보고 방법, 보고 양식, 보고 내용, 작업 코드 기록 등 전반적인 보고 절차와 개선

⑥ 교육 프로그램 지원

정부 기관이 주관하는 노사의 실질적 참여권 보장을 위한 정책 지원(전문 교육, 활동 시간 보장, 외부 전문가 활용 등)과 별도의 교육 프로그램 개설

Ⅲ. 연구 결과

.....

Ⅲ. 연구 결과

1. 시범사업장 포괄적 작업환경 평가 결과

본 평가 결과는 2023년부터 연속 사업으로 진행된 특정 사업장(00 사업장)을 대상으로 포괄적 작업환경 평가를 위한 기술지침서를 단계별로 적용한 결과를 예시로 요약한 것임.

1) 정보 수집 및 분석 결과 (절차1)

사업장 특성과 작업 내용, 작업 방법, 사용 물질 정보 등은 작업환경평가 전략 수립에 매우 중요하다. 이를 위해 다음과 같은 기본 정보들이 수집되었고, 구체적인 특성이 분석되었다.

조사는 평가자가 사업장을 방문하여 업무 담당자, 현장 작업자, 현장 관리자와 함께 작업장 순회와 자료 분석, 작업자 면담 조사 등을 통해 이루어졌다.

- 사업장정보 : 고용 현황, 생산품, 원하청 관계, 노사관계 등
- 작업정보 : 공정, 작업절차, 작업 내용, 원료 등
- 작업조건 정보 : 작업시간, 교대작업, 휴식 시간, 근무일 수 등
- 안전보건 관리체계 : 조직 현황 및 역할
- 노출 정보 : 과거 작업환경측정 보고서
- 사용 물질 정보 : 화학물질 구매 체계, 사용량, MSDS 등
- 유해인자 목록정보
- 해당 유해인자의 노출 기준, 유해성, 산안법 규제 정보
- 유해인자와 관련된 작업자 요구사항

▪ 기타 유해인자와 관련된 정보

(1) 과거 작업환경측정 결과 분석

가) 작업환경측정 물질 개요

2020년부터 2023년 상반기까지 총 7차례(반기(半期) 측정 주기 기준)에 의해 진행된 작업환경측정 결과를 분석하였다.

측정 물질의 종류와 시료 수를 보면 총 11종의 유해인자를 대상으로 총 150개의 시료를 측정하여 분석하였다.

물질 종류별로 보면 금속류가 5종(45.4%)으로 가장 큰 비중을 차지하였다. 유기화합물, 산 및 알칼리류, 가스상 물질, 허가 대상 유해 물질 등 기타 화학 물질이 3종(27.3%), 물리적인자(소음, 고열) 2종(18.2%), 분진류 1종(9.1%)이었다 (표 III-1 참고).

물질당 연간 평균 측정 시료 수를 보면 기타 화학물질이 평균 4.7개로 가장 많았으며, 소음과 고열은 평균 4.3개였다. 분진류와 금속류는 연간 측정 시료 수가 2.5개로 법적인 측정 시료 수는 만족하지만, 측정 결과를 해석하는데는 시료 수가 다소 미흡한 것으로 나타났다.

측정 시료 수가 적은 것은 측정 결과의 신뢰도와 밀접한 관계가 있는 문제로 향후 포괄적 작업환경 평가를 통해 보완되어야 한다.

〈표 III-1〉 00 시범사업장의 2020~2023년(상반기) 작업환경 측정 결과 개요

구분	기타 화학물질 ¹⁾	분진류	금속류	물리적인자 (고열, 소음)	계
측정 물질 수	3종(27.3%)	1종(9.1%)	5종(45.4%)	2종(18.2%)	11종(100%)
측정 시료 수	56개	10개	50개	34개	150개
물질당 연간 측정 시료 수 ²⁾	4.7개/년	2.5개/년	2.5개/년	4.3개/년	3.4개/년

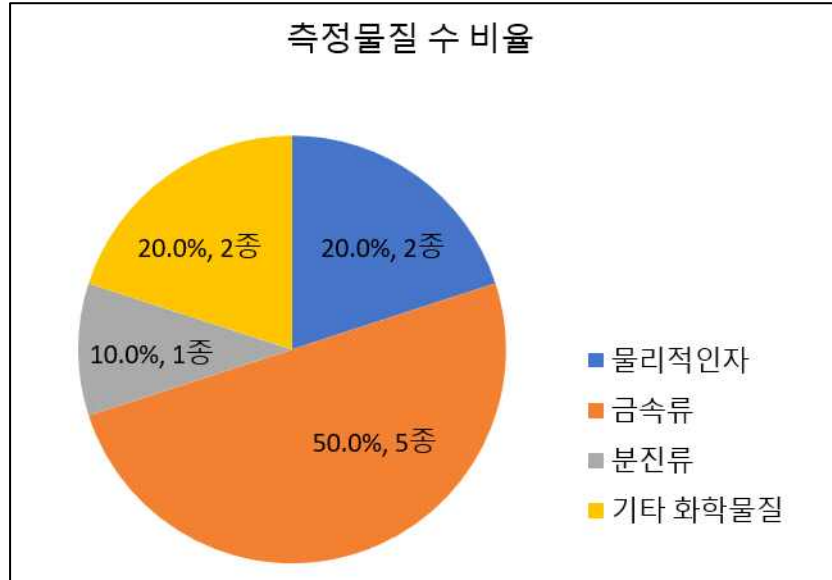
1) 기타 화학물질 : 화학물질 중 금속류를 제외한 유기화합물, 산.알칼리류, 가스상 물질, 허가 대상 유해 물질 등

2) 최근 3.5년 동안 1회 이상 측정된 물질을 기준으로 하였으며, 중복된 물질은 제외하였음.

〈표 III-2〉 00 시범사업장의 과거 측정된 유해인자 세부 분류 현황

No	금속류	기타 화학물질	분진류	물리적인자
1	알루미늄및그화합물(흙)	유기화합물 평가	석영	고열
2	이산화티타늄	이소프로필알코올	-	소음
3	지르코늄과 그 화합물	-	-	-
4	코발트 및 그 무기화합물	-	-	-
5	산화철분진과흙	-	-	-

*기타 화학물질 : 화학물질 중 금속류를 제외한 유기화합물, 산.알칼리류, 가스상물질, 허가 대상 유해 물질 등



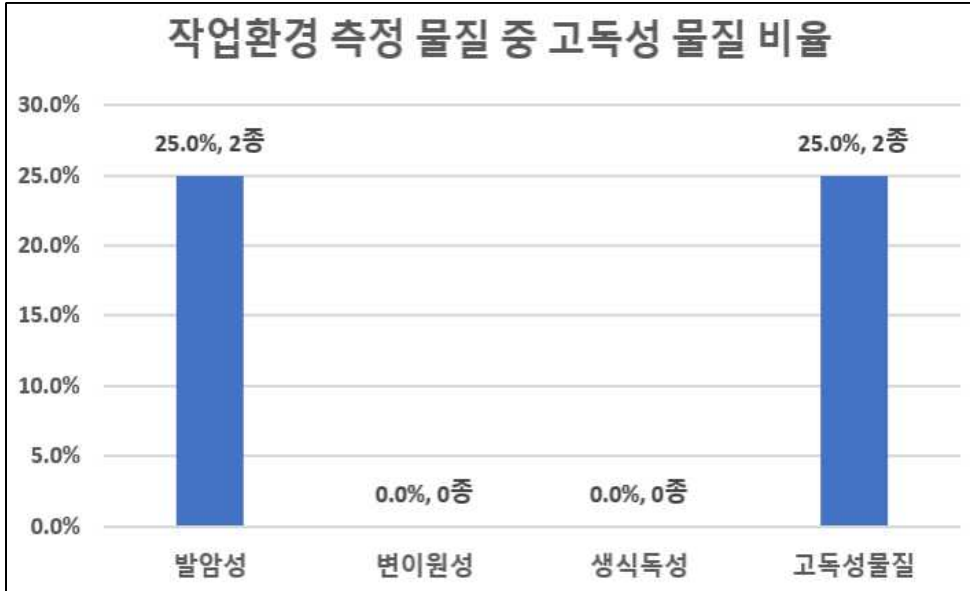
[그림 Ⅲ-1] 00 시범사업장의 과거 작업환경측정 물질 분포

나) 고독성물질 측정 현황

화학적 인자 8종의 물질에 대해 고독성물질 해당 여부를 분석한 결과는 <표 Ⅲ-3>과 같다. 고독성 물질은 발암물질이 2종으로 나타났으며, 변이원성과 생식독성물질은 측정 물질에 포함되지 않았다.

<표 Ⅲ-3> 00 시범사업장의 과거에 측정된 고독성물질(CMR) 현황

발암성물질(2종)	변이원성물질	생식독성물질
이산화규소 (1A) 산화코발트 (2)	없음	없음



[그림 III-2] 00 시범사업장의 과거 작업환경측정 물질 중 고독성물질 비율

다) 노출농도 수준(노출지수)

3.5년 동안 측정된 화학적 인자 중 노출농도가 기록된(측정 횟수 조정 물질은 제외) 측정 결과를 기준으로 노출기준 초과 여부를 평가하기 위하여 평균 노출지수를 분석하였다(표 III-4).

〈표 III-4〉 00 시범사업장의 과거에 측정된 화학물질의 노출지수 현황

사업장 규모	노출지수(노출농도/노출기준×100), %			
	*기타 화학물질	금속류	분진류	계
N	56개	50개	10개	116개
평균	12.4%	2.8%	9.2%	8.0%
범위(최소~최대)	0~75.5%	0~49.4%	0~48.5%	0~75.5%

*기타 화학물질 : 화학물질 중 금속류를 제외한 유기화합물, 산,알칼리류, 가스상 물질, 허가 대상 유해 물질 등

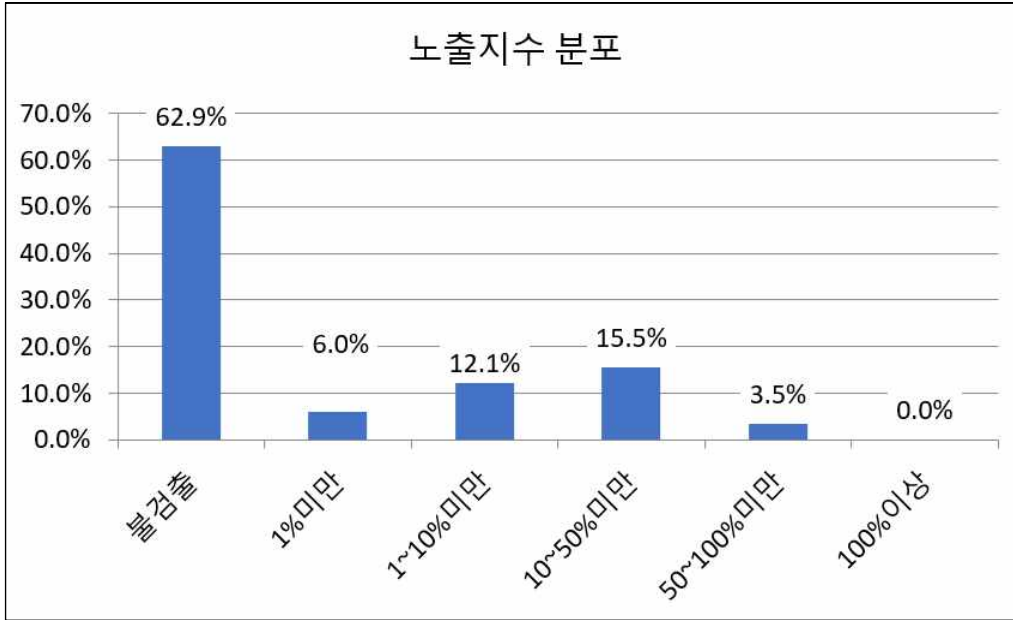
유해 물질별 노출지수를 보면 기타 화학물질이 노출기준의 12.4%로 가장 높았고, 분진류가 9.2%, 금속류 2.8%로 매우 낮은 농도로 분석되었다. 특히 기타 화학물질은 56개 시료 중 28개 시료(50.0%)에서 해당 유해 물질이 불검출되었고, 금속류는 50개 시료 중 38개 시료(76.0%)에서 불검출된 것으로 나타났다. 과거에 측정된 작업환경측정 결과와 화학적 인자는 노출지수 분포로 볼 때 아무 문제가 없는 것으로 나타났다.

다만, 이러한 측정 결과가 신뢰할 만한 것인지, 실제 열악한 작업환경 상황이 있음에도 측정에 반영되지 않은 것인지, 측정에서 빠진 유해인자는 없는지 등은 향후 정밀한 포괄적 노출평가를 통해 확인되어야 할 것이다.

〈표 III-5〉 00 시범사업장의 유해물질 종류별 노출지수 비교

물질 구분	시료 수	노출지수 = (노출농도/노출기준)×100, 시료 수(%)					
		검출 안됨	1%미만	1%~10%미만	10%~50%미만	50%~100%미만	100% 이상
*기타 화학물질	56	28 (50.0%)	3 (5.4%)	10 (17.9%)	11 (19.6%)	4 (7.1%)	
금속류	50	38 (76.0%)	4 (8%)	4 (8%)	4 (8%)	-	-
분진류	10	7 (70%)	-	-	3 (30.0%)	-	-
전체	116	73 (62.9%)	7 (6.0%)	14 (12.1%)	18 (15.5%)	4 (3.5%)	-

* 기타 화학물질 : 화학물질 중 금속류를 제외한 유기화합물, 산·알칼리류, 가스상 물질, 허가 대상 유해 물질 등



[그림 III-3] 00 시범사업장의 과거 작업환경측정 결과의 노출지수 분포

(2) 화학물질 목록 작성

가) 화학물질 제품 현황

사업장으로부터 확보된 MSDS 자료를 바탕으로 작업 과정에서 사용하는 제품의 유해 성분을 평가하였다.

평가대상 제품은 총 17개였으며, 물질 수(카스번호 기준, 중복 물질 제외)는 총 18종이었다.

<표 III-6> 00 시범사업장의 MSDS 유해성분 유해성 평가대상 요약

제품 수	물질 수*
17개 제품	18종

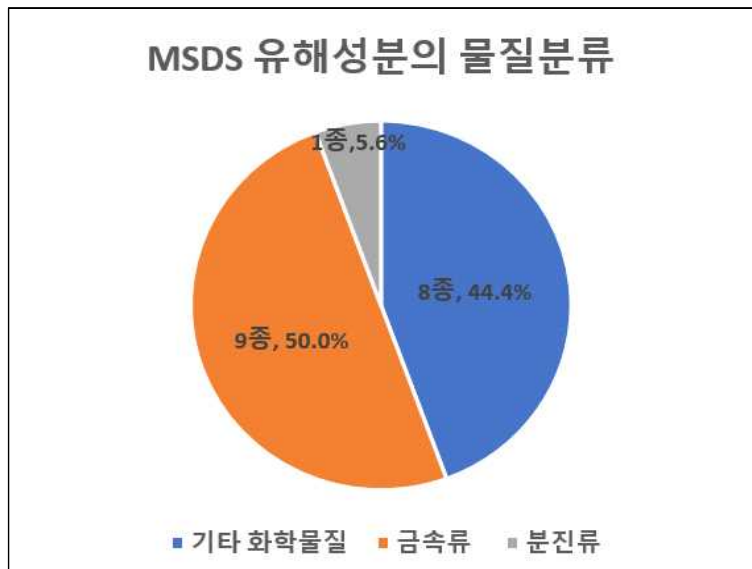
* 중복물질 제외

나) 화학물질 분류 현황

MSDS에 표시된 유해 성분을 물질별로 분류한 결과는 <표 III-7>과 같다. 금속류가 9종(50.0%)으로 가장 큰 비중을 차지하였고, 기타 화학물질이 8종(44.4%)이었다.

<표 III-7> 00 시범사업장의 MSDS 유해성분의 물질 분류

기타 화학물질	금속류	분진류	계
8종	9종	1종	18종
44.4%	50.0%	5.6%	(100.0%)



[그림 III-4] 00 시범사업장의 MSDS 유해성분의 물질 분류

다) 고독성 물질 분류 현황

제품에 함유된 유해 성분 중 고독성 물질 해당 여부를 분석하였다. 다만,

카스번호가 없거나 발암성 여부의 기준이 물질 함량을 기준으로 하는 경우, 발암물질 분류에서 제외하였다. 고독성 물질의 분류 기준은 다음의 국제적 기준을 참고하였다(이윤근 등, 2023).

(가) 발암성물질(Carcinogenicity)

- 국제암연구소(International Agency for Research on Cancer, IARC)
- 미국산업위생전문가협회(American Conference of Governmental Industrial Hygienists, ACGIH)
- 미국독성프로그램(National Toxicology Program, NTP)
- 「유럽연합의 분류·표시에 관한 규칙(European Regulation on the Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures, EU CLP)」
- 미국산업안전보건청(American Occupational Safety & Health Administration, OSHA)

(나) 생식세포 변이원성물질 (Mutagenicity)

유럽연합의 분류·표시에 관한 규칙(European Regulation on the Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures, EU CLP)

(다) 생식독성물질(Reproductive toxicity)

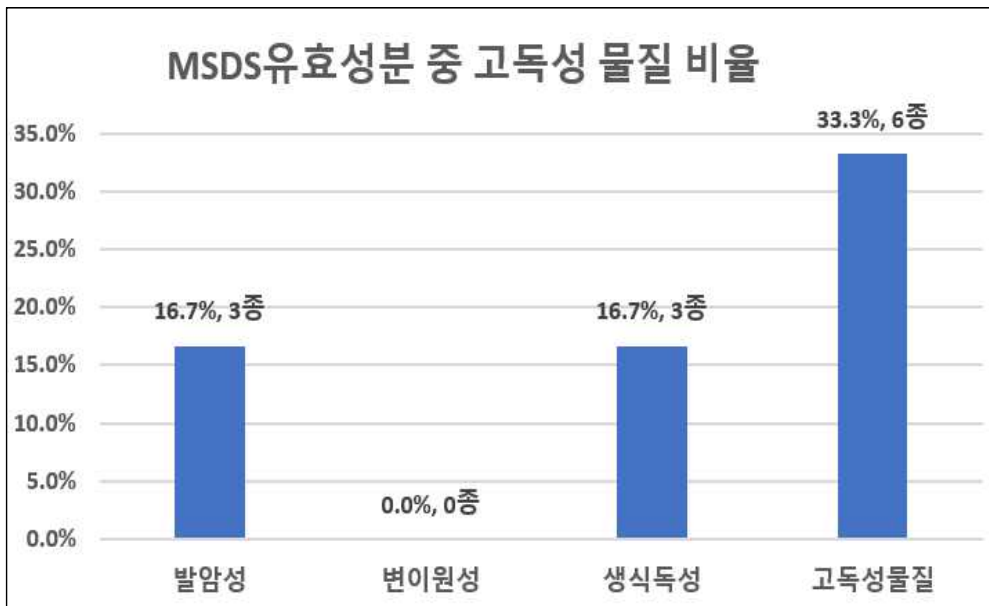
유럽연합의 분류·표시에 관한 규칙(European Regulation on the Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures, EU CLP)

분석 결과 고독성 물질은 전체 유해 성분 중 6종(33.3%)이었다. 발암물질

과 생식독성 물질이 각각 3종이었으며, 변이원성 물질은 없었다.

〈표 Ⅲ-8〉 00 시범사업장의 MSDS 유해성분의 고독성 물질 분류 결과

전체 유해성분	고독성물질			
	발암성	변이원성	생식독성	계
18종	3종	-	3종	6종
100.0%	16.7%	-	16.7%	33.3%



[그림 Ⅲ-5] 00 시범사업장의 MSDS 유해 성분의 고독성 물질 비율

라) 고독성 물질 사용 현황

3종의 발암성물질이 함유된 제품은 총 3개였다. 해당 제품을 사용하는 작업은 00공정과 00공정으로 확인되었다.

〈표 III-9〉 00 시범사업장의 사용 제품 내 함유된 발암물질 현황

물질명	발암성 분류기준*	제품명	측정 대상 유무
이산화규소	1A	SiO2(이산화규소)	○
산화코발트	2	Co3O4(산화코발트)	○
이산화티타늄	2	TiO2(COTIOX KA-100)	○

*1A: 사람에게 충분한 발암성 증거가 있는 물질

*2: 사람이나 동물에서 제한된 증거가 있지만, 구분1로 분류하기에는 증거가 충분하지 않은 물질

생식독성이 함유된 제품은 총 3종이었으며, 사용부서는 발암물질 사용 공정과 같았다.

〈표 III-10〉 00 시범사업장의 사용 제품 내 함유된 생식독성물질 현황

물질명	생식독성 분류 기준*	제품명	측정 대상 여부
산화붕소	1B	B2O3(산화붕소)	×
탄산리튬(2)	2	Li2CO3(탄산리튬)	×
불화알루미늄(1B)	1B	AlF3(불화알루미늄)	○

*1B: 사람에게 성적기능, 생식능력이나 발육에 악영향을 주는 것으로 추정할 정도의 동물시험 증거가 있는 물질

*2: 사람에게 성적기능, 생식능력이나 발육에 악영향을 주는 것으로 의심할 정도의 사람 또는 동물시험 증거가 있는 물질

2) 예비조사 결과(절차 2)

예비조사는 절차1에서 분석된 정보를 바탕으로 현장 방문과 작업관찰을 통해 작업자 노출 가능성을 확인하고 기타 측정 전략 수립에 필요한 작업 현장

정보를 수집하기 위하여 진행되었다.

예비조사는 표준화된 서식을 이용하여 사업장의 안전보건 담당자와 연구진이 참여한 가운데 진행되었다.

작업 현장 순회를 통해 확인된 정보는 다음과 같다.

- 화학물질 취급 현황 및 노출 상황
- 취급 인원
- 노출 주기, 시간, 노출 인원
- 주변 작업자 노출 가능성
- 성상(고체, 액체, 기체, 미스트 등)
- 사용량 정보
- 환기 정보(방법, 상태 등)
- 유해인자 발생 지점의 차단/밀폐 상태
- 보호구 관련 정보(종류, 등급, 보관, 교체 주기, 착용 상황 등)
- 물질 보관 정보(밀폐, 환기 등)
- MSDS의 비치, 게시, 부착 상태
- 유해성에 대한 작업자의 인지 정도
- 최고 노출 및 비정형 작업 상황
- 유해화학물질 외 기타 노출이 가능한 유해인자 정보
- 작업 중 느끼는 불편 사항 및 기타 애로사항

3) 평가 전략 수립(절차 3)

평가 전략 수립은 ‘절차1’에서 파악된 기초 정보와 ‘절차2’에서 진행된 작업 현장 순회를 통한 예비조사 결과를 바탕으로 포괄적 작업환경 평가 사업장의 전략적 목표를 수립하는 단계이다.

00 시범사업장의 구체적인 사업 목표와 평가 전략은 다음과 같다.

- ① 작업 중 노출이 가능한 모든 유해인자에 대해 지속 가능하게 사용할 수 있는 유해인자 정보(DB)를 구축한다.

- ② 가장 열악한 최고 노출 작업과 통상적인 작업 상황과 다른 비정형작업 (정비작업 등)을 파악한다.
- ③ 최종 위험성평가를 통해 모든 유해인자에 대해 ‘일상적 관리’ 대상과 주기적인 노출평가가 필요한 ‘집중관리’ 대상으로 구분하여 제시한다.
- ④ 집중관리 대상 인자의 해당 공정과 작업자를 파악하고, 노출평가와 작업 개선 등 향후 관리계획을 수립한다.

4) 평가대상 선정(절차 4)

포괄적 작업환경측정을 위한 위험성평가 과정은 다음과 같다.

우선, 사업장에서 사용하는 화학물질에 대한 인벤토리가 필요하다. 구축된 화학물질 인벤토리를 활용해서 유해성 및 위험성을 확인하였고, 각 제품이 사용되는 공정특성, 사용량, 사용 빈도, 물질의 휘발성 및 비산 정도 등에 대한 정보를 분석하였다. 이때 사용한 인벤토리는 산업안전보건법상 MSDS 제도 및 작업환경측정 제도에 활용할 수 있는 『화학물질 위험성평가 기법 (Chemical Hazard Risk Management, CHARM)』을 참고하였다.

사전 위험성평가가 완료된 후에는 전문가들의 리뷰를 통해서 최종적으로 확정하였다. 전문가 리뷰에서는 정성적 위험성평가 과정에 오류가 없는지, 산업별 혹은 공정별 특성에 따라 화학물질 인벤토리에 입력되어 있는 화학물질 이외에 추가로 고려해야 할 유해인자들이 있는지, 그리고 화학적 유해인자 이외에 고려해야 할 물리적 및 생물학적 유해인자가 있는지 등을 검토하였다.

위험성평가를 수행하면서 노출 가능성과 노출 정도에 대한 정보가 필요하다. 앞서 설명한 바와 같이, 물질의 휘발성, 비산 정도, 사용량 등의 정보를 통해 노출이 가능한 위험성이 평가될 수 있다. 반면, 이미 측정된 자료가 있다면 이를 우선 사용함으로써 노출 위험을 평가할 수 있다. 이때, 기존의 작업환경측정 대상이 되었던 물질의 경우는 사업장에서 관리하는 정보가 있겠

지만 그렇지 않은 물질들의 경우 정량적인 위험성평가가 어렵다. 이를 위해 기존 작업환경측정 대상 물질이 아닌 물질들에 대한 정량적 평가 가능성을 고려하였다.

(1) 평가대상 물질 선정

가) 평가대상 물질 개요

물질안전보건자료에 표기된 유해 성분과 유해성, 과거 측정 결과, 현장의 작업 상황 등을 종합적으로 고려하여 총 18종의 유해 물질에 대해 포괄적 작업환경 평가 필요성 유무를 선정한 결과는 <표 III-11, 12>와 같다.

평가대상 물질 18종 중 위험성 정도가 수용 불가능한 물질은 총 10종이었으며, 금속류가 7종으로 절대다수를 차지하였고, 기타 화학물질이 2종, 분진류가 1종으로 나타났다.

<표 III-11> 00 시범사업장의 사전 위험성평가를 통한 포괄적 작업환경평가 대상 물질 선정 결과

평가 구분	기타 화학물질	분진류	금속류	계
유해성 검토 대상 물질	8종	1종	9종	18종
위험성 허용 불가 물질 (측정이 필요한 물질)	2종 (25.0%)	1종 (100.0%)	7종 (77.8%)	10종 (55.6%)

제품에 함유된 총 18종의 개별 물질의 위험성평가 결과는 <표 III-13>에 정리하였다.

〈표 III-12〉 00 시범사업장의 위험성 정도에 따른 작업환경 노출평가 주기

위험성		위험성 허용가능 여부	해당물질 수	관리구분
낮음(1~2점)		가능	7종	일상적 관리
보통 (3~4점)	기타 유해인자	가능	1종	
	고독성물질	불가능	-	집중관리 (후보)*
높음 (5~11점)	기타 유해인자	불가능	4종	
	고독성 물질	불가능	6종	
아주 높음 (12~16점)		불가능	-	-

* 후보 : 노출평가 후 최종 위험성평가를 거쳐 확정될 예정임

〈표 III-13〉 00 시범사업장의 물질별 세부 사전 위험성평가 결과

No	물질명(CMR 구분)	위험성	위험수용 가능여부	관리 구분	평가 주기
1	NaH ₂ PO ₄ (제1인산나트륨)	낮음	가능	일상적 관리	3년 내 위험성평가
2	ZrO ₂ (산화지르코늄)	낮음			
3	트란센 유리 구성물	낮음			
4	ZnO(산화아연)	낮음			
5	CaCO ₃ (탄산칼슘)	낮음			
6	이소프로필알코올	낮음			
7	이소부틸알코올	낮음			
8	탄산칼륨	보통			
9	KH ₂ PO ₄ (제1인산칼륨)	높음	불가	집중 관리 (후보)*	반기(半期) 내 노출평가
10	Na ₂ CO ₃ (탄산나트륨)	높음			
11	Fe ₂ O ₃ (산화철)	높음			
12	Al ₂ O ₃ (산화알루미늄)	높음			
13	B ₂ O ₃ (산화붕소) (R1B)	높음			
14	SiO ₂ (이산화규소) (C1A)	높음			
15	Li ₂ CO ₃ (탄산리튬) (R2)	높음			
16	Co ₃ O ₄ (산화코발트) (C2)	높음			
17	AlF ₃ (불화알루미늄) (R1B)	높음			
18	TiO ₂ (이산화티타늄) (C2)	높음			

* 후보 : 노출평가 후 최종 위험성평가를 거쳐 관리대상 수준이 확정되는 물질

나) 고독성 물질 현황

노출평가 대상 물질로 선정된 총 10종의 물질 중 고독성 물질로 분류된 물질은 모두 6종(60%)이다.

이중 발암성물질과 생식독성물질이 각각 3종이었고, 변이원성물질은 없었다.

〈표 III-14〉 00 시범사업장의 포괄적 작업환경평가 대상으로 선정된 고독성 물질 현황

발암성물질	변이원성물질	생식독성물질	계
3종	-	3종	6종

6종의 구체적인 물질명과 고독성 분류 기준은 〈표 III-15〉에 정리하였다.

〈표 III-15〉 00 시범사업장의 정밀한 노출평가가 필요한 고독성 물질 목록과 분류 기준

No	물질명	고독성 분류(기준)	평가 주기
1	이산화규소	발암성(1A)	6개월
2	산화코발트	발암성(2)	
3	산화티타늄	발암성(2)	
4	산화붕소	생식독성(1B)	
5	불화알루미늄	생식독성(1B)	
6	탄산리튬	생식독성(2)	

다) 기존 작업환경 측정 대상 물질과의 비교

기존 작업환경측정이 포괄적 작업환경평가를 거치면서 평가대상 유해인자가 어떻게 변했는지를 분석하였다.

과거 3.5년 동안 측정된 화학물질은 총 8종(물리적인자 제외)이었다. 작업과정에서 사용하는 총 18종의 유해 물질을 대상으로 사전 위험성평가를 통해 정밀한 노출평가가 필요한 물질은 최종 10종으로 선정되었다(표 III-16).

나머지 1종의 유해 물질은 위험성이 낮은 수준으로 평가되어 작업환경 측정정보다는 1년 이내에 위험성평가로 대체할 수 있는 물질로 선정되었다.

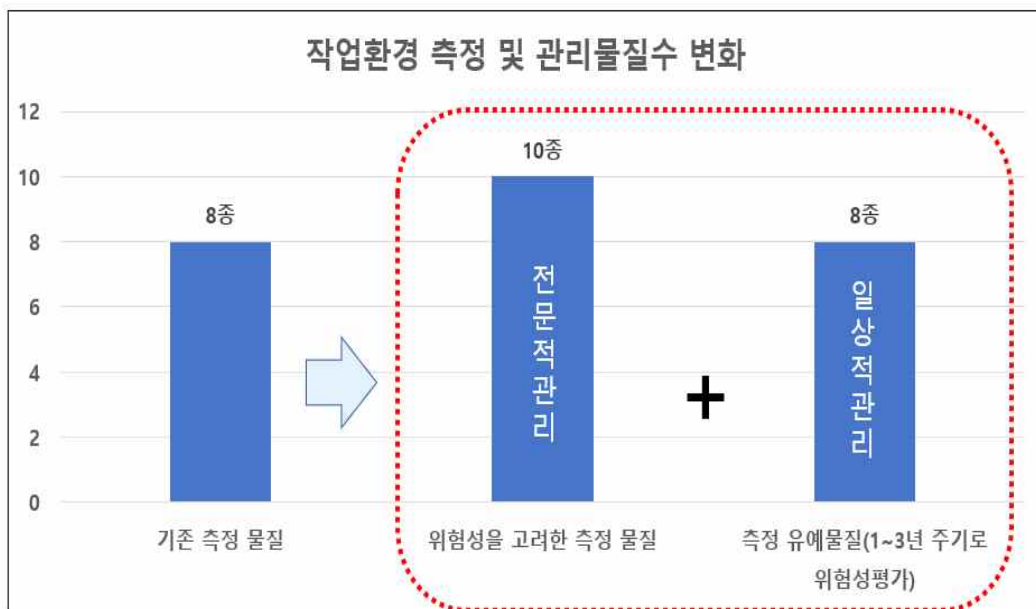
기타 7종의 물질은 측정 방법이 없거나 구성성분 정보가 누락된 경우, 그리고 위험성이 매우 낮아 노출평가에서 제외된 물질이다. 이러한 물질은 3년 이내에 재평가가 필요한 물질로 분류하였다.

이와 같은 결과는 정밀한 노출평가가 이루어진 후 측정 결과를 반영하여 다시 한번 위험성평가 시행 후 최종 조정될 예정이다.

〈표 III-16〉 00 시범사업장의 기존 작업환경측정과 포괄적 작업환경평가 대상 물질 비교

평가방법 구분		물질 수
기존 작업환경측정		8종
포괄적 작업환경평가	유해성 평가대상 물질	18종 (100%)
	측정 제외 (3년 후 재평가)	7종 (38.9%)
	1년 내 위험성평가로 대체	1종 (5.6%)
	반기(半期) 주기로 작업환경측정	4종 (22.2%)
	3개월 주기로 작업환경측정	6종 (33.3%)

결론적으로 보면 사전 위험성평가를 통해 기존 작업환경 측정 결과와 비교할 때 측정 물질이 2종 증가하였고, 측정 주기가 6개월에서 3개월로 일부 조정되었다(그림 III-9).



[그림 III-9] 00 시범사업장의 작업환경 측정 대상물질 수 변화

5) 노출평가 (절차 5)

(1) 작업환경측정 결과

측정된 개별 물질의 노출기준 대비 노출농도가 10% 이상인 결과만 요약하면 <표 III-17>과 같다. 이물질들은 과거 측정에서 모두 검출되지 않은 물질들이다.

노출기준을 초과한 물질은 00 작업 과정에서 코발트 및 화합물이 노출기준

을 169% 초과하였고, 이물질은 투입 및 계량 작업에서도 노출지수가 72.5%로 나와 가장 집중해서 관리해야 할 물질로 평가되었다.

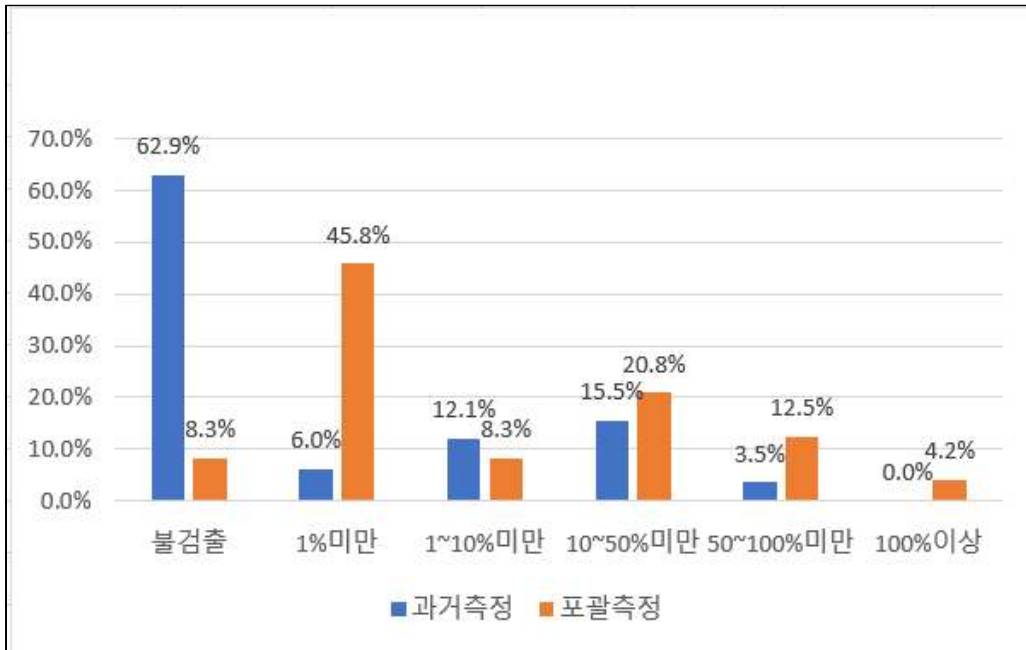
00작업 과정에서 이소부틸알콜이 노출기준을 50% 이상 초과하였고, 발암물질인 이산화규소는 노출기준 대비 30% 정도의 노출농도로 평가되었다.

〈표 III-17〉 00 시범사업장의 노출지수가 10% 이상인 물질의 측정 결과 요약

No	피측정자 작업내용	물질명	기존 측정 (전회차 기준)	포괄적평가	노출 기준*	노출 지수(%)
1	공정1	코발트 및 화합물	ND	0.0271	0.016	169.38
2	공정2	유기화합물	ND	0.937	1	93.70
3	공정3	코발트 및 화합물	ND	0.0116	0.016	72.50
4	공정4	이소부틸알콜	ND	23.7307	40	59.33
5	공정5	유기화합물	ND	0.4128	1	41.28
6	공정6	이소프로필알콜	ND	54.9991	160	34.37
7	공정7	규산	ND	0.012	0.04	30.00
8	공정8	이소부틸알콜	ND	9.9915	40	24.98
9	공정9	이소프로필알콜	ND	26.2383	160	16.40

* 작업시간 10시간을 고려한 노출기준

전체적인 노출농도를 과거 측정 결과와 비교한 결과는 [그림 III-7]과 같다. 과거 3.5년 동안 측정된 노출지수에 비해 포괄적 측정 결과 노출기준을 50% 이상 초과한 비율이 3.5%에서 16.5%로 4.7배 증가한 것처럼 대부분 과거에 비해 노출농도가 높게 나타났다.



[그림 Ⅲ-7] 00 시범사업장의 과거 측정 결과와 포괄적 평가 결과의 노출지수 비교

기타 00라인에서 가장 많이 사용하는 화학물질인 세척제의 유효 성분을 분석하여 기존 MSDS 자료와 비교하였다(표 Ⅲ-18).

〈표 Ⅲ-18〉 00 시범사업장의 00라인 세척제 성분분석 결과

구분(CAS)	기존 MSDS	안전보건공단 성분분석 결과
IBA(67-63-0)	30 %	47.7 %
IPA(78-83-1)	70 %	48.7 %
기타	0	3.6 %

MSDS에는 IBA 30%, IPA 70%로 표시되었으나 안전보건공단에 의뢰하여 분석한 결과는 각각 IBA 47.7%, IPA 48.7%, 기타 3.6%로 평가되어 함량에 많은 차이를 보였다. 이와 같은 결과로 볼 때 MSDS 자료의 신뢰성에 문제가 있을 것으로 판단되어 추후 주요 물질에 대한 성분분석이 추가로 이루어져야 할 것으로 보인다.

6) 최종 위험성평가 (절차 6)

측정된 유해인자의 최종 위험성평가 결과를 요약하면 <표 III-19>와 같다.

<표 III-19> 00 시범 사업장 최종 위험성평가 결과 요약

유해물질	사전 위험성 평가	최종 위험성평가 결과					
		노출 수준	유해성 (중대성)	위험 성	위험성 분류	허용 가능성	관리 주기
1 코발트 및 화합물(C2)	높음	4	4	16	매우 높음	불가능	3개월 내 재측정
2 이산화규소 (C1A)	높음	2	4	8	높음	불가능	3개월 내 재측정
3 이산화티타늄 (C2)	높음	1	4	4	보통	불가능	6개월 내 재측정
4 이소부틸알콜	낮음	3	2	6	보통	불가능	6개월 내 재측정
5 산화철분진	높음	1	1	1	낮음	가능	1년 내 위험성평가
6 알루미늄 및 화합물	높음	1	1	1	낮음	가능	1년 내 위험성평가
7 이소프로필알콜	낮음	1	1	1	낮음	가능	1년 내 위험성평가
8 지르코늄 및 화합물	낮음	1	1	1	낮음	가능	1년 내 위험성평가

측정된 8가지 물질 중 허용 불가능한 물질은 코발트, 이산화규소, 이산화티타늄, 이소부틸케톤 등 모두 4종으로 평가되었다. 이중 코발트의 위험성이 가장 높게 나타났으며 그다음이 이산화규소, 이산화티타늄, 이소부틸알콜 순이었다.

기타 물질은 모두 위험성이 낮아 ‘허용 가능’ 물질로 평가되었다. 단, 산화철분진과 알루미늄은 과거 측정 결과에서 농도가 높게 나온 점을 참고할 때 향후 재평가가 필요할 것으로 보인다.

사전 위험성평가 결과와 비교해 볼 때 산화철분진과 알루미늄을 제외하고는 위험용 허용 여부에 큰 차이가 없었다.

결론적으로 보면 코발트, 이산화규소, 이산화티타늄은 모두 고독성 물질로 향후 지속해서 집중관리 해야 할 물질로 평가되었다.

7) 관리계획 수립 (절차 7)

관리계획 수립은 연구진에 포함된 작업환경 개선 컨설팅 전문가가 포괄적 평가를 담당할 측정기관 책임자와 함께 사업장을 방문하여 작업 현장 확인, 작업자와 관리자 면담 등을 통해 이루어졌다.

위험을 관리하는 데 있어 가장 중요한 단계는 합리적으로 실행 가능하다면 위험을 제거하거나, 그렇지 않다면 합리적으로 실행할 수 있는 수준에서 위험을 최소화하여야 한다. 위험을 제어하는 방법을 결정할 때, 이 결정에 직접적으로 영향을 받을 현장(작업자, 관리감독자 등)과 협의해야 하며, 그들의 경험은 적절한 관리 수단을 선택하는 데 많은 도움이 된다.

위험을 관리할 때 다양한 관리 옵션을 고려하고 해당하는 상황에서 위험을 가장 효과적으로 제거하거나 위험을 최소화하는 방법을 선택해야 한다. 이때 [그림 III-8]과 같은 관리 방안의 우선순위에 따라 보호 수준과 신뢰도 순위가 매겨지므로, 언제나 가장 효과적인 관리 방법을 목표로 해야 한다. 이러한 방

법이 합리적 실행이 가능하지 않다면 다른 대안을 통해 위험을 최소화해야 한다.



[그림 III-8] 00 시범사업장의 위험관리 우선순위

이와 같은 절차를 통해 00 제조공정에 제시된 관리 방안을 요약하면 다음과 같다.

- 제거 : 중장기적으로 연구소, 개발실을 통해 코발트 함량 감소 또는 제거
- 대체 : 제품 변경을 통한 물질 대체 및 습식공정을 검토
- 밀폐(격리) : 00 설비 밀폐 강화 및 환기장치 보완 필요
- 공학적 대책
 - 2층 부재료 개량 작업의 상방형 후드 개선계획이 필요
 - 에어 부스 수리 필요
 - 공장 급/배기 교환 횟수 파악 후 부속지 환기량 증가 조치

- 휴게실, 사무공간 등 비 작업공간에서의 노출이 일어나지 않도록 에어부스 및 양압 방식의 급/배기 환경으로 개선
- 관리적 대책 : 바닥 등 분진이 퇴적된 장소는 주기적으로 청소를 통한 2차 비산 방지
- 개인보호구 : 호흡보호구 Fit test를 통해 올바른 보호구 선정 및 착용 교육 시행

8) 최종보고 (절차 8)

포괄적 작업환경평가는 기초 정보 수집과 분석 → 예비조사 → 평가 전략 수립 → 평가대상 선정 → 노출평가 → 최종 위험성평가 → 관리계획 수립을 하고 그 모든 결과를 보고서에 기록, 보관하고 보고하는 최종 보고가 포함되어야 한다.

최종보고는 모든 절차를 수행한 결과를 수행기관, 자문기관, 사업장담당자와 함께 모여서 결과를 공유하고 문제점 및 관리 방안을 확인하는 과정이다.

본 시범사업장의 경우 최종보고는 2025년에 진행될 예정이다.

현재까지의 평가 결과를 바탕으로 제시될 작업환경 평가와 관리 방향을 요약하면 다음과 같다.

(1) 유해 물질 평가와 관련하여

- ① 총 18종의 유해 물질을 대상으로 기초자료 수집, 사전 유해성평가, 작업환경 측정 과정을 거쳐 최종 위험성평가를 하여 집중적으로 관리해야 물질 4종(코발트 및 화합물, 이산화규소, 이산화티타늄, 이소부틸알콜)을 선정하였다. 향후 이들 물질은 3개월~1년 주기로 주기적인 작업환경 평가가 필요하다.
- ② 기타 나머지 물질은 위험성이 낮아 별도의 작업환경 측정 없이 1년~3

년 주기의 위험성평가로 대체할 것을 제안한다. 단, 작업 상황과 작업 방법 변경 등이 있을 시 즉각적인 재평가가 이루어져야 하며, 과거 측정 결과에 비해 노출농도가 매우 낮게 나온 산화철분진과 알루미늄 화합물은 농도 변이가 커서 향후 재평가가 이루어져야만 정확한 위험성을 평가할 수 있을 것이다.

- ③ 사전 위험성평가 결과 위험성이 높을 것으로 평가된 3가지 물질(산화붕소, 탄산리튬, 불화알루미늄)의 경우 측정 방법의 한계로 인해 평가가 이루어지지 않았다. 향후 이들 물질에 대해서는 문헌 조사를 통해 평가 가능성 유무를 좀 더 확인한 후 정성적 위험성평가 등이 추가로 이루어져야 할 것이다.

(2) 작업환경 관리와 관련하여

필수적으로 사용하는 제품 원료 중에 발암물질로 알려진 고독성 물질이 존재하고, 일부는 노출 기준을 초과하는 심각한 상황이 발생하고 있다. 이를 개선하기 위한 다음과 같은 우선순위에 입각한 개선이 이루어져야 한다.

- 제거 : 증장기적으로 연구소, 개발실을 통해 코발트 함량 감소 또는 제거
- 대체 : 제품 변경을 통한 물질 대체 및 습식공정 검토
- 밀폐(격리) : OO 설비의 밀폐 강화 및 환기장치 보완이 필요
- 공학적 대책
 - 상방형 후드 개선계획 수립 등
- 관리적 대책
 - 바닥 등 분진이 퇴적된 장소는 주기적으로 청소를 통해 2차 비산 방지
 - 개인보호구 : 호흡보호구 Fit test를 통해 올바른 보호구 선정 및 착용에 대한 교육 시행

(3) 향후 작업환경 평가 방향과 관련하여

처음으로 실시된 포괄적 작업환경 평가를 통해 과거에 일률적으로 반복된 평가 전략에서 탈피하여 위험성평가 중심의 집중관리가 필요한 물질을 선정하였으며, 이들 물질에 대한 향후 작업환경 평가 방향을 다음과 같이 제안한다.

- ① 집중관리 물질로 제안된 유해 물질 4종(코발트 및 화합물, 이산화규소, 이산화티타늄, 이소부틸알콜)에 대해 반복 평가(3~6개월 주기)가 필요하다.
- ② 노출평가 방법의 한계로 평가되지 않은 산화붕소, 탄산리튬, 불화알루미늄에 대해서는 정성적인 위험성평가 등을 포함한 추가적인 문헌 조사를 통해 위험성평가가 이루어져야 한다.
- ③ 용해로의 열분해산물(TVOCs)을 대상으로 추가적인 벌크 시료 분석을 통한 유해 성분 확인이 필요하다. 그래야만 사전적 예방 원칙에 맞게 향후 문제가 될 수 있는 잠정적인 유해인자를 평가할 수 있다.
- ④ 열악한 작업으로 추정되는 대정비 작업 시 고농도 노출 가능성에 대한 반복적인 평가가 필요하다.
- ⑤ 기존 측정 결과에 비해 노출농도의 변동성이 큰 물질(산화철분진, 알루미늄과 그화합물)의 반복측정을 통한 재평가가 이루어져야만 신뢰성이 있는 최종 평가가 가능할 것이다.

2. 시범사업 성과분석

16개 시범사업장을 대상으로 포괄적 작업환경 평가 전략을 적용한 후의 사업 성과를 평가하였다. 성과 지표로는 측정 대상 물질, 노출지수, 위험성, 측정 투입 인력, 측정 비용 등에 대해 시범사업 전후 비교평가를 하였다.

1) 측정 대상 유해인자의 변화

(1) 측정 대상 물질 변화

시범사업 대상 16개 사업장을 대상으로 작업환경 측정 대상 물질과 측정 시료 수의 변화를 시범사업 전(기존의 작업환경측정 규정 적용)과 시범사업 후(포괄적 작업환경평가 전략 적용)로 나누어 비교한 결과는 <표 III-20>과 [그림 III-9]와 같다.

<표 III-20> 시범사업 전후 작업환경 측정 물질 수 비교

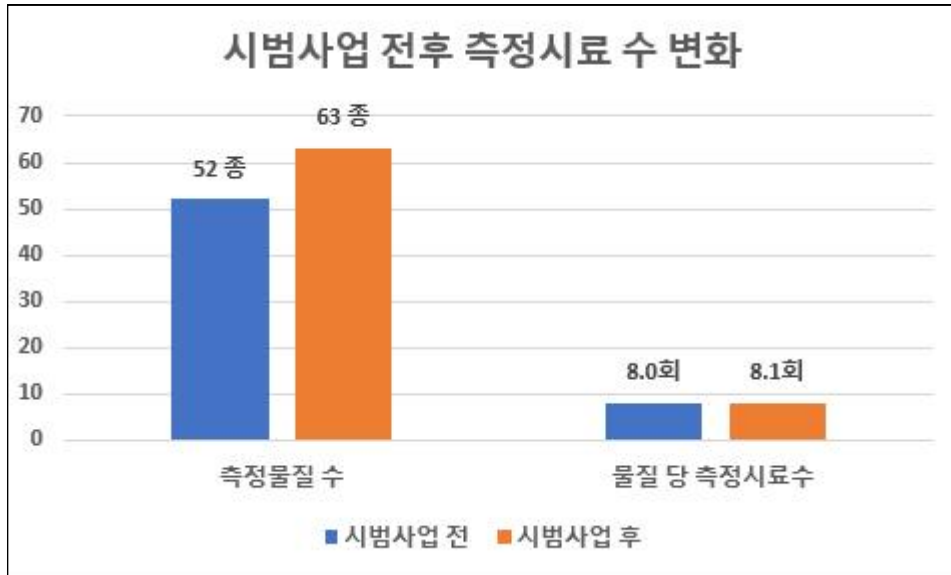
구분	측정 물질 수	측정 시료 수	물질 당 측정 시료 수
시범사업 전	52종*	418	8.0
시범사업 후	63종	510	8.1

*최근 3년 동안 1회 이상 측정된 물질을 기준으로 하였으며, 중복된 물질은 제외하였음

작업환경 측정 대상 물질의 변화를 보면 시범사업 전에는 총 52종의 화학 물질을 측정했는데 시범사업 후에는 63종을 측정하여 측정 대상 물질 수가 21% 증가하였다.

측정 대상 물질이 증가한 것은 포괄적 작업환경 평가의 1단계인 ‘기초 정보 분석’ 과정에서 MSDS 자료를 대상으로 유효 성분에 대한 사전 위험성평가를 하여 고독성 물질 등 유해성이 높은 물질을 측정 대상에 포함한 결과로 해석할 수 있다.

결론적으로 측정 대상 물질이 확대되었다는 것은 좀 더 확대된 위험성 평가가 가능해졌다는 것을 의미한다.



[그림 III-9] 시범사업 전후 작업환경 측정 대상 물질 수 변화

(2) 고독성(CMR) 물질 수 변화

시범사업 전후 작업환경 측정 대상 물질 중 고독성 물질의 변화를 비교한 결과는 <표 III-21>과 [그림 III-10]과 같다.

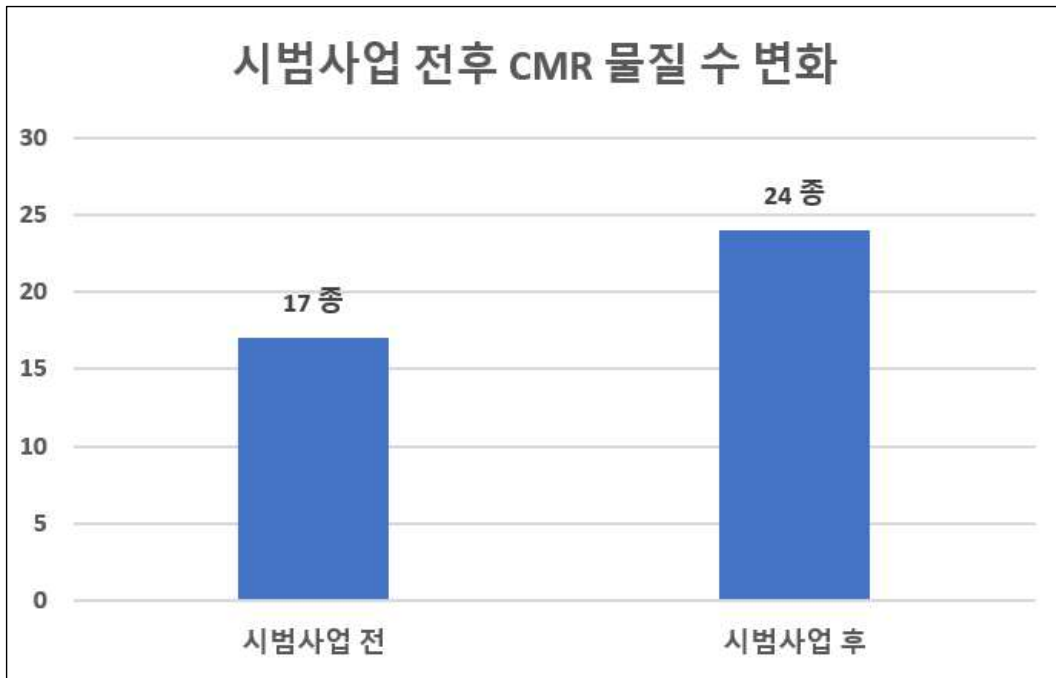
<표 III-21> 시범사업 전후 측정된 고독성 물질(CMR) 비교

구분	측정 물질 수	고독성 물질(CMR) 수*
시범사업 전	52 (100.0%)	17종 (32.7%)
시범사업 후	63 (100.0%)	24종 (38.1%)

*CMR 분류 기준 중 하나 이상에 해당되는 물질을 기준으로 함

시범사업 전에는 측정 대상 물질 52종 중 고독성 물질이 총 17종으로 측정 대상 물질의 32.7%였는데 시범사업 후에는 총 24종으로 측정 대상 물질의

38.1%를 차지하여 포괄적 작업환경 평가 전략을 적용하면서 관리해야 할 고독성 물질 수가 증가한 것으로 나타났다.



[그림 III-10] 시범사업 전후 CMR(고독성) 물질 측정 대상 변화

구체적인 고독성 물질의 유효 성분을 비교한 결과는 <표 III-22>와 같다. 결론적으로 고독성 물질이 측정 대상에 추가되었다는 것은 유해성이 높은 물질에 대한 예방적 작업환경 관리가 가능하다는 것을 의미한다.

〈표 Ⅲ-22〉 시범사업 전후 측정된 고독성 물질(CMR) 비교

연번	시범사업 전	시범사업 후
1	n-헥산	n-헥산
2	납 및 그 무기화합물	납 및 그 무기화합물
3	니켈(가용성무기화합물)	니켈(가용성무기화합물)
4	디클로로메탄	디클로로메탄
5	망간 및 무기화합물	망간 및 무기화합물
6	메틸 이소부틸 케톤	메틸 이소부틸 케톤
7	메틸렌 비스(페닐 이소시아네이트)	메틸렌 비스(페닐 이소시아네이트)
8	베릴륨 및 그 화합물	베릴륨 및 그 화합물
9	시클로헥사논	시클로헥사논
10	에틸벤젠	에틸벤젠
11	용접흄	용접흄
12	이산화티타늄	이산화티타늄
13	크실렌	크실렌
14	톨루엔	톨루엔
15	트리클로로에틸렌	트리클로로에틸렌
16	포름알데히드	포름알데히드
17	황산(pH2.0미만)	황산(pH2.0미만)
18		6가크롬
19		구리(분진 및 미스트)
20		디메틸포름아미드
21		벤젠
22		산화규소
23		코발트 및 그 무기화합물
24		클로로벤젠

2) 위험성평가 결과의 변화

(1) 노출지수 변화

포괄적 작업환경 평가 전략을 적용한 후 노출기준 대비 노출농도 비중을 비교한 결과는 <표 III-23, 24>와 [그림 III-11]과 같다.

<표 III-23> 시범사업 전후 노출지수 변화

구분	측정 시료 수	노출지수* (M±SD,%)
시범사업 전	418	3.6±19.4
시범사업 후	510	7.1±36.2

*노출지수(%)=(노출농도/노출기준)×100

<표 III-24> 시범사업 전후 노출지수 비교

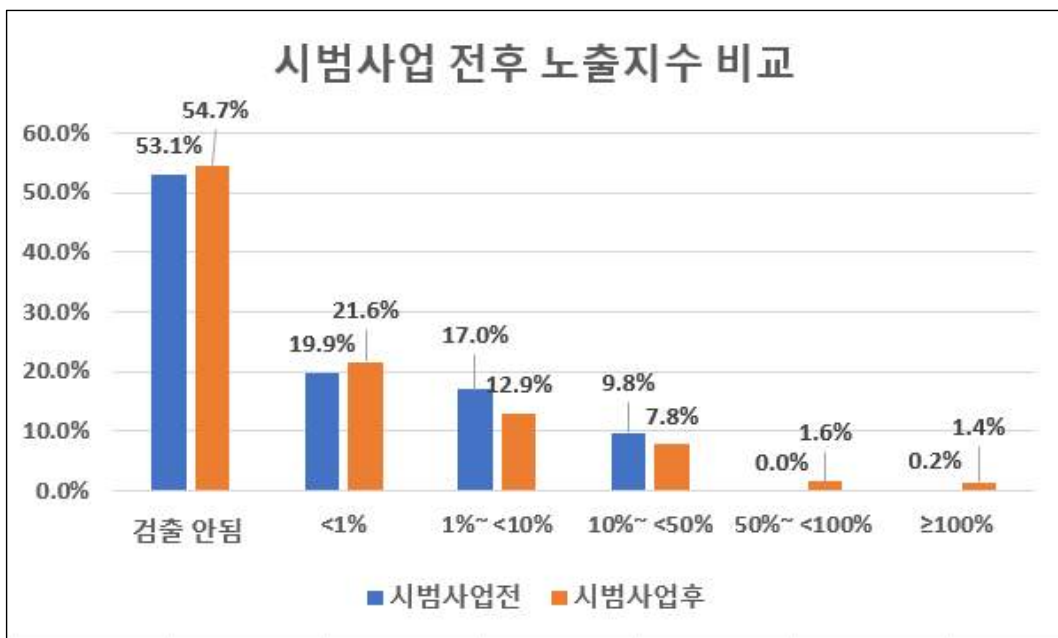
구분	시료 수	노출지수*, N (%)					
		검출 안 됨	<1%	1%~<10%	10%~<50%	50%~<100%	≥100%
시범사업 전	418	222 (53.1%)	83 (19.9%)	71 (17.0%)	41 (9.8%)	-	1 (0.2%)
시범사업 후	510	279 (54.7%)	110 (21.6%)	66 (12.9%)	40 (7.8%)	8 (1.6%)	7 (1.4%)

*노출지수(%)=(노출농도/노출기준)×100

시범사업 전 총 418개 측정 시료의 노출지수를 분석한 결과 평균 3.6%였던 것이 포괄적 작업환경 평가 전략을 적용한 시범사업 후에는 7.1%로 2배 정도 증가하였다.

노출지수를 구간별로 보면 노출지수가 비교적 낮은 1% 미만은 큰 차이가 없으나 시범사업 후에 노출지수 10% 이상에서 증가한 것으로 나타났다. 특히, 고농도 구간인 노출지수 50% 이상에서는 시범사업 전에는 시료 총수가 1개에 불과했으나 시범사업 후에는 15개 시료로 대폭 증가하였다.

노출지수의 증가는 과거에 평가되지 않은 최고노출 상황이 어느 정도 반영되었음을 의미한다.



[그림 III-11] 시범사업 전후 노출지수 비교

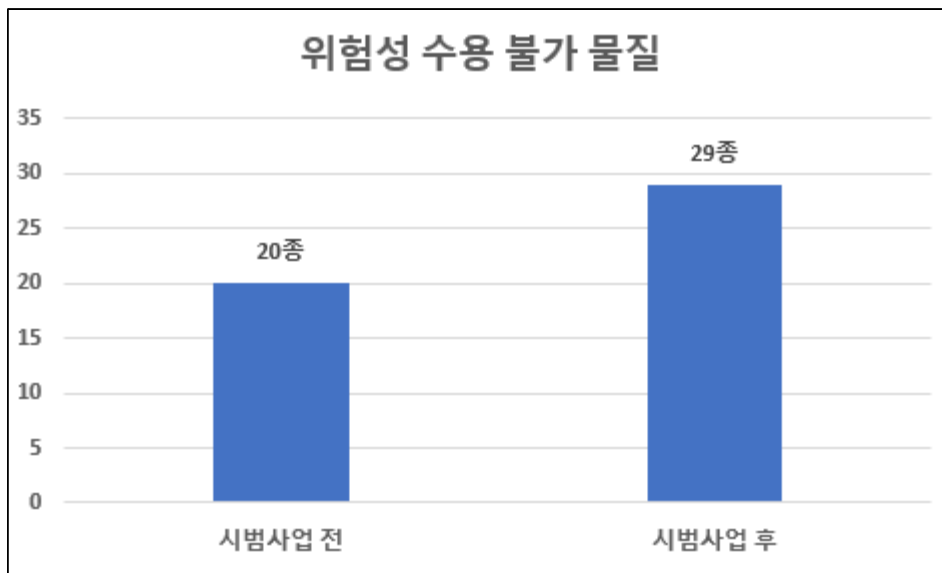
이처럼 고농도 노출수준이 증가한 것은 포괄적 작업환경 평가는 최고 노출 상황을 적극적으로 찾아내기 위해 측정자가 사전에 작업을 자세히 관찰한 후 측정 대상자를 선별하는 전략을 적용한 결과로 해석된다. 반면, 기존의 작업 환경 측정에서는 대부분이 예비조사 결과를 바탕으로 사업장과 협의하여 측정 대상자를 선별하고 있다.

(2) 위험성평가 결과 변화

포괄적 작업환경 평가 전략을 적용한 후 최종 위험성평가 결과를 비교한 결과는 <표 Ⅲ-25>와 [그림 Ⅲ-12]와 같다.

<표 Ⅲ-25> 시범사업 전후 위험성평가 결과 비교

구분	측정 대상 물질	위험성 수용 불가 물질
시범사업 전	52종 (100.0%)	20종 (38.5%)
시범사업 후	63종 (100.0%)	29종 (46.0%)



[그림 Ⅲ-12] 시범사업 전후 위험성평가 결과 비교

시범사업 전에는 위험성 수용 불가 물질이 총 20종으로 측정 대상 물질의 38.5%를 차지했지만, 시범사업 후에는 총 29종으로 측정 대상 물질의 46%로 상당 부분 증가하였다.

위험도 수준이 높아졌다는 것은 고독성 물질이 위험성평가 결과에 포함되었다는 것과 과거에 확인되지 않은 고농도 노출 작업이 측정에 포함되었다는 것을 의미한다.

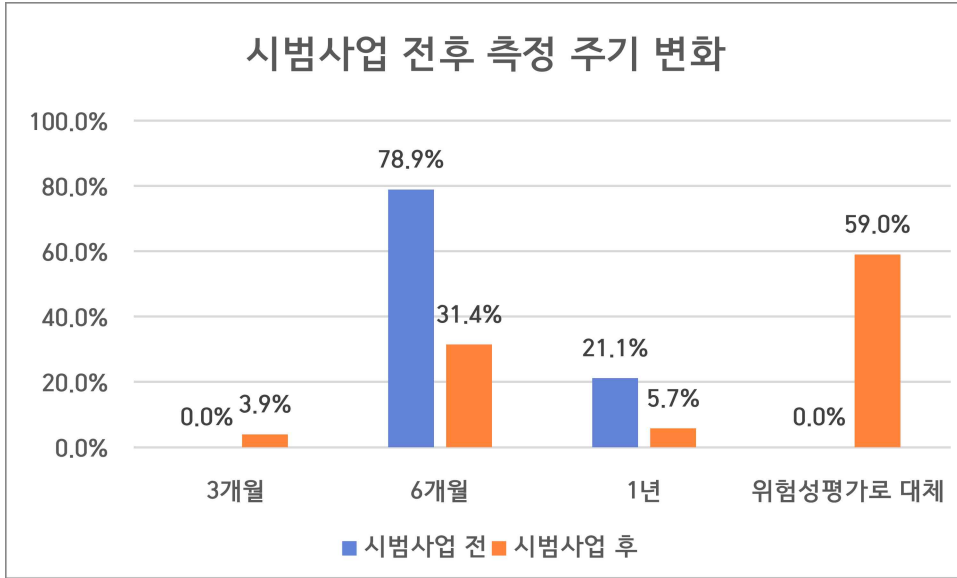
(3) 작업환경 평가 주기

포괄적 작업환경 평가 전략을 적용하기 전후의 작업환경 측정 주기 변화를 비교한 결과는 <표 III-26>과 [그림 III-13]과 같다.

<표 III-26> 시범사업 전후 작업환경 평가 주기 변화

구분	시료 수	작업환경 평가 주기			
		3개월	6개월	1년	위험성평가로 대체
시범사업 전	418	0	330 (78.9%)	88 (21.1%)	0
시범사업 후	510	20 (3.9%)	160 (31.4%)	29 (5.7%)	301 (59.0%)

시범사업 전에는 작업환경 측정 주기를 대부분 6개월 주기(78.9%) 혹은 일부 1년 주기(21.1%)를 적용하였고, 포괄적 작업환경 평가에서는 측정 주기가 다양하게 변화된 것으로 나타났다. 시범사업 후에는 위험도가 높아 측정 주기를 3개월로 단축해야 할 측정 대상이 3.9%였고, 6개월 혹은 1년 주기는 각각 31.4%와 5.7%로 나타나 대폭 감소하였다. 또한 위험도가 매우 낮아 별도의 작업환경 측정 없이 위험성평가로 대체할 수 있는 평가대상은 총 59%로 나타났다. 작업환경 평가 주기가 다양화되었다는 것은 고위험 작업을 대상으로 집중적인 작업환경 측정과 관리를 할 수 있다는 것과 이를 통해 측정의 효율성을 높일 수 있다는 것을 의미한다.



[그림 III-13] 시범사업 전후 작업환경 측정 주기 변화

이러한 결과는 포괄적 작업환경 평가에서는 최종 위험성평가 결과를 바탕으로 집중관리 해야 할 측정 대상을 선별하는 선택과 집중 전략을 적용한 결과로 해석된다.

3) 측정 투입인력과 비용의 변화

포괄적 작업환경 평가 전략을 적용하기 전후의 측정 투입 인력과 측정 비용의 변화를 비교한 결과는 <표 III-27>과 [그림 III-14]와 같다.

<표 III-27> 시범사업 전후 투입된 작업 공수와 측정 비용 비교

구분	평균 작업 공수(man hour)	평균 측정 비용
시범사업 전	31.8	234만원
시범사업 후	79.6	715만원

시범사업 전에는 사업장당 투입된 작업 공수가 평균 31.8시간이었고, 이에 수반된 측정 비용은 사업장당 평균 234만원이었다. 반면, 시범사업 후에는 투입된 작업 공수는 사업장당 평균 79.6시간으로 2.5배 증가하였고, 측정 비용은 사업장당 평균 715만 원으로 3.1배 증가하였다.

〈표 III-28〉 시범사업장의 기존 작업환경 측정에 소요된 작업공수

측정 단계	기존 측정 시 작업 공수 (man hour)	비율
측정 준비 단계	3.8	11.9%
측정 및 분석 단계	19.7	62.0%
보고서 작성 단계	8.3	26.1%
총 소요공수	31.8	100.0%

작업공수를 사업 단계별로 보면 기존 작업환경 측정에서는 측정 및 분석 단계가 19.7시간으로 가장 큰 비중(62.0%)을 차지하였고, 보고서 작성 단계가 8.3시간(26.1%), 측정 준비 단계가 3.8시간(11.9%) 순으로 나타났다(표 III-28).

반면, 포괄적 작업환경 평가에서는 측정 준비 단계(자료수집, 예비조사, 전략 수립 등)가 32.1시간으로 가장 큰 비중(40.4%)을 차지하였고, 측정 및 분석 단계가 29.6시간(37.1%), 보고서 작성 단계가 17.9시간(22.5%) 순으로 나타나 기존 측정 방식과 많은 차이를 보였다(표 III-29, 그림 III-14).

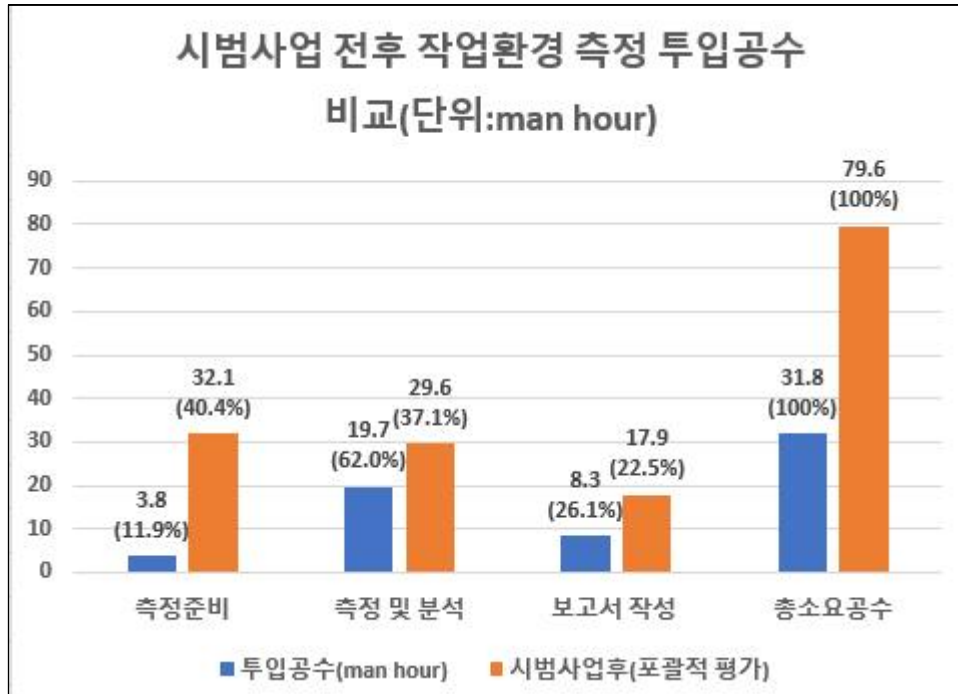
즉, 기존 측정 방식과 포괄적 평가에 투입된 작업 공수에서 가장 큰 차이를 보인 것은 기존 측정 방식은 측정 준비에 소요된 시간이 3.8시간(11.9%)에 불과했던 것이 포괄적 평가는 32.1시간으로 8.5배가 증가한 것으로 나타나 정보 분석, 정밀 예비조사, 전략 수립 등 '측정 준비 단계'가 가장 큰 영향을 준 것을 확인할 수 있었다.

〈표 III-29〉 시범사업장의 포괄적 작업환경 평가에 소요된 작업공수

추진 단계			16개 사업장 평균 작업 공수(man hour)	비율
1	측정 준비 단계	사전 준비 및 자료 수집	6.9	8.6%
2		정밀 예비조사	7.7	9.7%
3		평가 전략 수립	10.0	12.6%
4		사전 위험성평가 (평가대상 선정)	7.5	9.4%
소계			32.1	40.4%
5	측정 및 분석 단계	노출평가(측정 및 분석)	23.1	29.1%
6		최종 위험성평가	6.4	8.1%
소계			29.6	37.1%
7	보고서 작성 단계	관리계획 수립	5.8	7.3%
8		보고서 및 최종보고	12.2	15.3%
소계			17.9	22.5%
총 소요공수			79.6	100.0%

이처럼 투입된 작업 공수와 측정 비용이 증가한 것은 포괄적 작업환경 평가 전략은 총 8단계로 측정 전에 분석해야 할 다양한 정보와 전략 수립 단계, 그리고 측정 후 별도의 최종 위험성평가를 한 후 집중관리 해야 할 대상을 선정하는 등 전체적으로 인력과 시간이 더 필요한 것으로 해석된다.

결론적으로 포괄적 작업환경 평가 전략은 시간과 비용이 기존의 작업환경 평가보다 더 많이 소요되지만, 측정 주기가 조정되고 평가대상 물질이 상당 부분 위험성평가로 대체되는 특성을 고려하면, 증가하는 비용은 그리 많지 않을 것으로 보인다.



[그림 III-14] 시범사업 전후 작업환경 측정 투입공수 비교

3. 제도개선 정착 방안

1) 방향성 검토

‘포괄적 작업환경 평가 제도’의 정착 방안 수립을 위해 연구 주관기관(고용노동부, 산업안전보건연구원)과 연구진과의 회의를 두 차례 개최하여 제도개선의 방향성과 목표를 검토하였다.

〈표 Ⅲ-30〉 정책 방향 점검을 위한 점검 회의 진행 개요

구분	일자	참여 단위	논의 내용
1차 회의	2024.5.3	<ul style="list-style-type: none"> • 연구진 • 고용노동부 산업보건기준과 	실질적 연구 목표 설정과 추진 방향 논의
2차 회의	2024.7.1	<ul style="list-style-type: none"> • 산업안전보건연구원 • 직업환경연구실 	정책 추진 방향 설정과 조사 방법론 논의

회의 목적은 과거 연구 결과로 제안된 ‘포괄적 작업환경 평가제도’의 정부 정책 추진 방향을 정하고 본 연구를 통해 이를 객관화하여 최종 결과물로 제시하기 위함이다.

점검 회의를 통해 향후 반영되어야 할 정책 방향을 다음과 같이 요약하였으며, 이를 바탕으로 전문가 의견수렴을 위한 델파이조사를 통해 최종 방향을 제시하였다.

(1) 전문가 합의점 도출을 위한 항목 선정

전문가의 합의점 도출은 2022년과 2023년 사전 연구를 통해 제시된 정책 추진 방향에 대해 전문가의 의견을 듣고 합의 수준을 평가하기 위한 목적이다.

평가 항목은 2022년 연구 결과를 참고하여 다음과 같은 여섯 가지 항목으로 선정하였다.

가) 측정 제도의 패러다임 전환

현재의 작업환경 측정 제도는 법률로 규정한 유해인자에 대해 노출기준 초과 여부를 판단하는 것을 목적으로 하는 ‘측정 개념(measurement)’이다. 이를 유해성이 있는 모든 유해인자로 확대하여 유해인자를 찾고 (Identification), 위험성을 평가하고(Assessment), 위험을 관리/개선

(Control & Management)하는 포괄적 개념으로 패러다임이 바뀌어야 한다. 그래야만 작업환경 측정 제도의 실효성을 높일 수 있다.

나) 위험성평가를 접목한 선택과 집중 전략 적용

현재의 측정 제도는 매년 동일한 유해인자를 대상으로 기본주기(6개월)로 반복되는 규정화된 측정 방식이다. 이를 처음 측정 시에는 유해성이 확인된 모든 유해인자를 대상으로 포괄적 작업환경 평가를 진행하고, 이후에는 ‘위험성 수용 불가’에 해당하는 유해인자 중심으로 집중하여 관리(측정 포함)하는 방식으로 평가 전략이 바뀌어야 한다. 그래야만 작업환경 측정 제도의 효율성을 높일 수 있다.

다) 측정 비용 산정 방식 개선

현재의 작업환경 측정 비용 산정 방식은 ‘포괄 수가 적용 방식(사업장 규모에 따른 기본비용+측정단가 적용)’이다. 포괄적 작업환경 평가를 위해서는 적정 ‘인건비 + 경비 + 일반 관리비 + 이윤’ 등을 반영하는 ‘원가계산 적용 방식’으로 바뀌어야 한다. 그래야만 측정기관의 적극적인 참여를 유도할 수 있으며, 좀 더 양질의 산업보건 서비스를 제공할 수 있다.

라) 새로운 제도의 연락처 전략 마련

새로운 작업환경 평가제도(포괄적 작업환경 평가)의 정착을 위해서는 일정 기간 기존 측정 제도와 새로운 측정 제도를 병행하여 사업장과 측정기관이 선택할 수 있도록 하는 연락처 방안을 적용해야 한다. 그래야만 측정기관과 사업장의 혼란을 최소화할 수 있다.

마) 측정기관과 사업장의 전문성 확보를 위한 교육프로그램 지원

새로운 작업환경 평가제도(포괄적 작업환경 평가)의 방향성이 제대로 작동되기 위해서는 노사 담당자와 측정기관 실무자들의 실질적 참여를 위한 정책 지원(전문 교육 등)이 함께 이루어져야 한다. 그러기 위해서는 관계자들의 전

문성 확보와 인식 전환을 위한 교육과 홍보가 같이 이루어져야 한다. 또한 이를 통해 새로운 제도에 대한 현장의 막연한 불안감과 부정적인 시각을 해소하는 데 도움이 될 수 있다.

바) 측정 결과 보고 방법 개선

새로운 작업환경 평가 결과(포괄적 작업환경 평가)가 제대로 활용되기 위해서는 보고 의무, 보고 방법, 보고 양식, 보고 내용 등 '전반적인 보고 절차와 내용'도 같이 바뀌어야 한다. 현재의 측정 결과 보고서는 측정 결과의 데이터 입력에 초점이 맞추어져 있어 실질적 작업환경 관리에 별다른 도움이 되지 않는다.

(2) 당사자들의 사업실행 여건(능력) 진단 항목 선정

사업실행 주체인 작업환경 측정기관, 사업장 담당 부서, 정부의 관리 감독 기관에 대한 다음과 같은 내용으로 정책 실행 여건 진단 항목으로 선정하였다.

가) 새로운 평가 전략에 대한 측정기관의 실행 능력

현재의 측정기관 종사자의 전문성, 인력 문제, 수익성 문제 등 여러 가지 여건을 고려할 때 새로운 작업환경 평가제도(포괄적 작업환경 평가)를 실행할 수 있는 작업환경 측정기관은 어느 정도라고 생각하는 지를 조사하였다.

나) 새로운 평가 전략에 대한 사업장의 수용 능력

보건관리자(혹은 업무 담당자)의 관리능력과 사업주의 의지 등을 고려할 때 새로운 작업환경 평가제도(포괄적 작업환경 평가)를 수용할 수 있는 사업장은 어느 정도라고 생각하는지를 조사하였다.

다) 정부 기관의 관리 감독 능력

새로운 작업환경 평가제도(포괄적 작업환경 평가)가 제대로 실행되고 있는지를 관리 감독하기 위한 정부 기관의 관리능력(안전보건공단 지원과 근로감독관의 관리 감독 능력 등)은 어느 정도라고 생각하는지를 조사하였다.

라) 제도 정착을 어렵게 하는 걸림돌

측정기관과 사업장 관점에서 제도 정착을 어렵게 하는 가장 중요한 걸림돌이 무엇인지에 대해 전문가들의 의견을 조사하였다.

① 측정기관 관점에서의 제도 참여 걸림돌

측정기관이 새로운 작업환경 평가제도(포괄적 작업환경 평가)의 참여를 꺼리는 다음과 같은 이유에 대해 전문가의 의견을 조사하였다.

- 측정 인력의 전문성 부족
- 수익성 문제
- 업무량 증가
- 과거 측정 방식의 메너리즘
- 새로운 제도변화에 대한 부담

② 사업장 관점에서의 제도 참여 걸림돌

- 업무 담당자의 전문성 부족
- 측정 비용 부담 증가 문제
- 관리 책임자의 인식 부족
- 새로운 문제점이 드러날 가능성에 대한 부담
- 새로운 제도변화에 대한 부담(거부감)

(3) 제도 정착 활성화 방안

새로운 작업환경 평가제도 활성화 방안에 대한 전문가들의 동의 여부를 조사하기 위하여 다음과 같은 평가 항목을 선정하였다.

가) 정부의 확고한 정책 방향 제시를 통한 정책 방향의 일관성 유지

현재의 작업환경 측정기관과 사업장의 경우 새로운 제도변화에 대해 막연한 불안감과 부담을 느끼고 있는 게 사실이다.

“잘하고 있는데 뭐가 문제라고 바꾸자는 거지?”, “그냥 내버려두면 안 될까?”, “설마 바꾸겠어?” 하는 부정적 생각들이 있는 게 사실이다. 또한 사업장 관점에서는 새로운 측정 제도가 도입됨으로써 ‘새로운 문제점이 드러나는 것’에 대한 부담과 거부감을 느낄 수 있다.

이런 상황에서는 제도개선 방향이 맞고, 정말로 필요한 정책이라면 정부 기관이 일괄적이고 확고한 정책 방향을 천명해야 한다. 이를 통해 '포괄적 작업환경 평가를 원하는 사업장이 있고, 실행할 수 있는 측정기관이 있다'라고 하면 누구든지 참여할 수 있도록 제도를 바꿔 나가는 지속적이고 일관적인 정책 방향을 정부가 제시해야 한다. 그래야만 측정기관과 사업장의 새로운 제도에 대한 부정적인 인식을 바꿀 수 있다.

나) 측정기관과 사업장의 전문성 확보에 필요한 교육 시스템구축 등 제도 실행을 위한 프로토콜 개발

새로운 작업환경 평가제도의 설명과 교육을 위한 실행 매뉴얼(측정기관용, 사업장용, 근로감독용) 개발과 공적인 교육 시스템을 구축해야 한다. 이는 측정기관과 사업장의 전문성 확보를 위해서도 필요한 부분이다.

다) 측정기관과 사업장 참여의 동기부여를 위한 초기 인센티브 부여

제도 시행 초기에 포괄적 작업환경평가를 수행하는 측정기관이나 사업장에 제도 참여 시 가점부여, 참여 사업장의 작업환경 개선지원, 영세 사업장 평가비용 지원 등 인센티브를 부여하여 참여를 유도하는 방안이 마련되어야 한다.

2) 전문가 합의점 도출

(1) 합의점 도출의 필요성

2022년 연구(이윤근 등, 2022)에서 현재의 작업환경 측정 제도의 문제점과 제도개선 방향에 대한 찬반 의견을 조사한 결과, 전문가 그룹과 이해 당사자(측정기관과 사업장 관계자) 간 서로 다른 인식의 차이를 확인할 수 있었다. 학계 전문가는 측정 제도의 실효성에 대해 불신 비율이 높았지만, 측정기관 종사자들은 신뢰 비율이 높게 나타났다. 현 측정 제도의 문제점에 대해서는 ‘제한적 측정 대상 문제’와 ‘사업주 눈치를 보는 문제’에 대해 모두가 문제가 있다고 인식하고 있지만 ‘단위작업 중심으로 측정 대상을 선정하는 문제’와 ‘위험성이 낮아도 주기적으로 평가하는 문제’에 대해서는 조사 대상자에 따라 많은 차이가 있었다. 학계 전문가는 문제가 있다고 인식하는 비율이 높지만, 측정기관 종사자들은 문제가 없다는 인식 비율이 높게 나타나 대조를 이루고 있다.

이와 같은 문제점들의 제도개선 방향에 대해 ‘측정 대상 확대’, ‘측정 대상 선정 시 전문가 개입’, ‘임시 측정 활성화’ 등에 대해서는 모두가 찬성하는 비율이 높지만, 측정기관 종사자들은 ‘위험도에 따른 측정 주기를 다양하게 적용하는 방안’과 ‘측정 대상을 유사노출그룹으로 확대하는 방안’에 대해 반대하는 비율이 높게 나타났다.

따라서 이러한 대립한 의견에 대해서는 심층 조사를 통해 제도개선 방향의 합의점을 도출할 필요가 있다. 합의점 도출 과정은 집단의 의견들을 조정·통합하고, 다수의 의견을 수렴하기 위한 중재 도구로 활용하는 데 주로 사용되는 델파이 기법(Delphi method)을 이용하였다.

(2) 조사 대상

조사 대상에는 전문가 패널 조사에서 가장 중요한 이해 당사자 배제 원칙에 따라서 작업환경 측정의 이해 당사자(작업환경 측정기관과 사업장 관계자)를 배제하였다. 그 외 작업환경 측정 분야의 전문가는 2022년 1차 패널 조사 시 한국산업보건학회의 추천을 받아 구성된 전문가 그룹을 대상으로 참여 동의를 받아 최종 23명의 패널로 구성하였다.

〈표 III-31〉 델파이조사 최종 참여 그룹

전문가 그룹	N	비율(%)
학계	15	65.2
연구기관	8	34.7
총계	23	100.0

(3) 조사 내용

정책 방향의 합의점 도출 항목은 2022년에 실시된 델파이조사 결과와 고용노동부와 산업안전보건연구원과의 사전 회의를 통해 위에서 설명한 최종 여섯 가지 평가 항목으로 선정하였다.

기타 측정기관과 사업장 그리고 작업환경 측정의 관리 감독을 수행하는 정부 기관의 수행 능력과 3가지의 제도 활성화 방안에 대한 동의 여부를 평가하였다. 평가는 리커트 척도(Likert scale, 4점 척도)를 이용하였다.

조사 항목에 대한 자세한 내용은 73~77쪽에서 설명한 ‘방향성 검토’ 결과를 참고할 수 있다.

(4) 통계분석

각 측정 항목의 타당도를 검증하기 위한 평가지표로 내적 타당도(CVR), 합

의도, 수렴도, 안정도 등을 분석하였다.

〈표 III-32〉 델파이조사 통계분석 평가지표 요약

평가지표	내적 타당도 (Content Validity)	안정도 (Stability)	합의도 (Consensus)	수렴도 (Convergence)
신뢰 기준	0.39 이상	0.5 이하	0.75 이상	0.5 이하
평가 목적	추가 조사 여부 판단 및 전문가 동의 수준 평가	문항 응답의 일관성 평가	의견 일치 여부 평가	의견 일치 여부 평가

3) 전문가 의견 조사 결과

(1) 제도개선 정책 방향

가) 정책 방향 동의 비율

작업환경 측정 전문가로 구성된 23명의 패널이 응답한 6개 항목의 제도개선 정책 방향에 대한 동의 비율은 〈표 III-33〉과 같다.

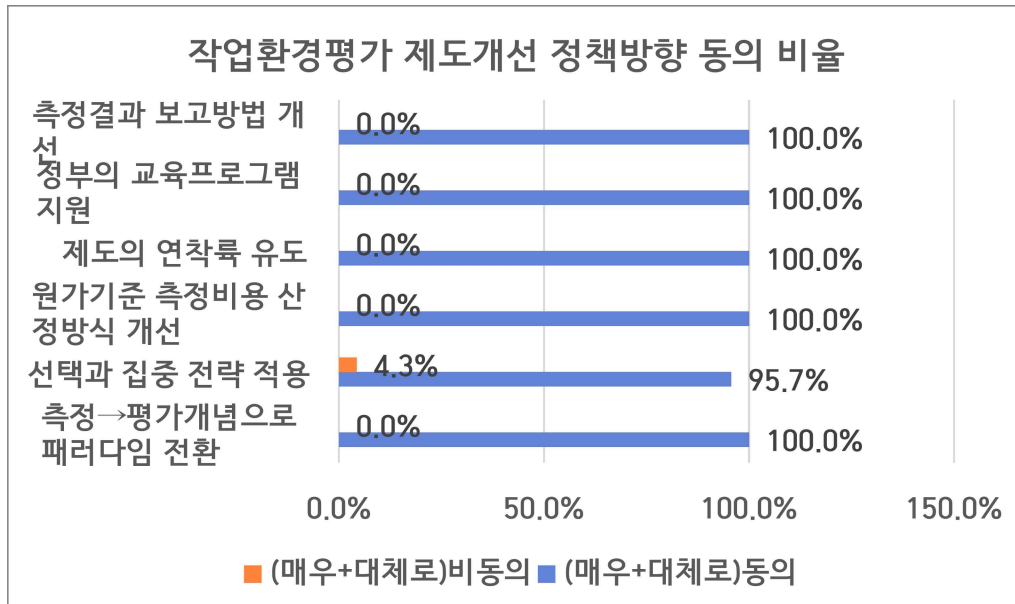
6가지 항목 중 ‘선택과 집중 전략’을 제외한 5가지 항목에서 ‘동의한다’라는 응답 비율이 모두 100%로 분석되었으며, ‘선택과 집중 전략’도 95.7%의 높은 비율로 전문가 대부분이 정책 방향에 대해 동의한 것으로 조사되었다(그림 III-15).

점수(4점 척도)를 기준으로 동의 수준을 보면 ‘측정 패러다임 전환’, ‘측정 비용 산정 방식 개선’이 평균 3.87점으로 동의 수준이 가장 높게 나타났으며, 다음으로 ‘측정 결과 보고 방법 개선(3.83)’, ‘교육 훈련 지원(3.74)’, ‘선택과 집중 전략 전환(3.7점)’으로 나타났다. 반면, ‘제도 연착륙 유도(3.48)’는 가장 낮은 동의 점수를 보였다(그림 III-16).

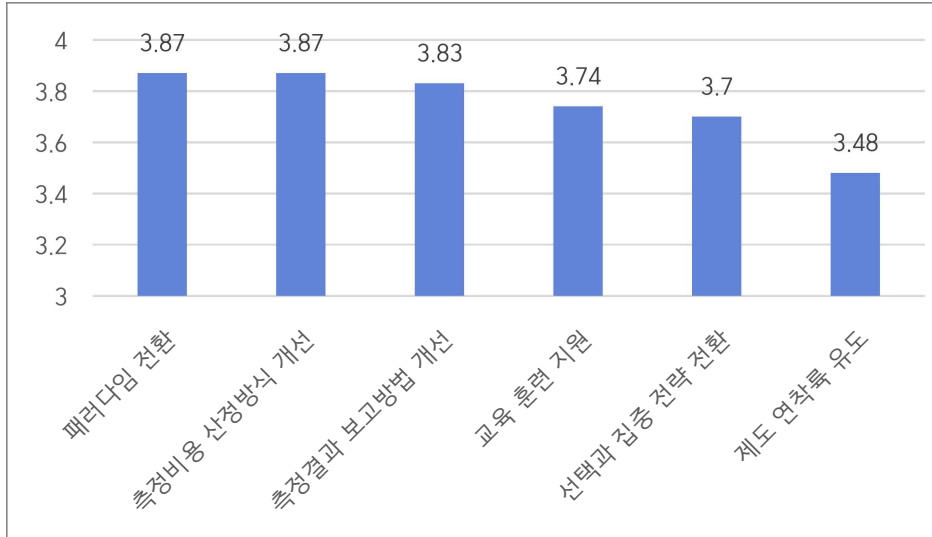
〈표 III-33〉 제도개선 정책 방향에 대한 전문가 동의 비율 n(%)

평가 항목	매우 동의하지 않음	대체로 동의하지 않음	대체로 동의함	매우 동의함	M(SD)*
1) 측정 → 평가 개념으로 패러다임 전환	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (8.7)	21 (91.3)	3.87 (0.29)
2) 위험성평가를 접목한 선택과 집중 전략 전환	0 (0.0)	1 (4.3)	5 (21.7)	17 (73.9)	3.70 (0.56)
3) 원가 계산 적용 방식으로의 측정비용 산정 방식 전환	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (13.9)	20 (87.0)	3.87 (0.34)
4) 기존 제도와의 병행을 통한 연착륙 방안 적용	0 (0.0)	0 (0.0)	12 (52.2)	11 (47.8)	3.48 (0.51)
5) 정부의 교육 훈련 프로그램 지원으로 참여 유도	0 (0.0)	0 (0.0)	6 (26.1)	17 (73.9)	3.74 (0.45)
6) 측정 결과의 보고 내용과 절차, 방법 등을 개선	0 (0.0)	0 (0.0)	4 (17.4)	19 (82.6)	3.83 (0.39)

* 평가 척도: 전혀 동의 안함(1점) - 대체로 동의 안함(2점) - 대체로 동의함(3점) - 매우 동의함(4점)



[그림 III-15] 작업환경측정 제도개선 방향에 대한 전문가 동의 비율



[그림 Ⅲ-16] 작업환경측정 제도개선 방향에 대한 전문가 동의 점수 비교
 [평가 척도: 전혀 동의 안함(1점)-대체로 동의 안함(2점)-대체로 동의함(3점)-매우 동의함(4점)]

나) 정책 방향에 대한 전문가 의견 일치도

패널들의 측정 제도 정책 방향에 대한 의견 일치도를 평가하기 위해 내적 타당도, 합의도, 안정도, 수렴도 등을 분석한 결과는 <표 Ⅲ-34>와 같다.

각각의 정책 방향에 대한 내적 타당도를 보면 6가지 모든 항목의 변이계수가 신뢰 기준인 0.39를 초과하고 있어 매우 안정적인 타당도를 보였다. 특히, '선택과 집중 전략(0.91)'을 제외한 5개 항목 모두에서 내적 타당도가 1.0을 보여 전문가 일치도가 매우 높은 것으로 나타났다. 내적 타당도 1.0은 일치 수준이 100%를 의미한다.

〈표 III-34〉 작업환경측정 제도개선 방향에 대한 전문가 일치도 평가 결과

평가 항목	N	내적 타당도	합의도	안정도	수렴도
신뢰 기준		≥0.39	≥0.75	≤0.5	≤0.5
1) 측정 → 평가 개념으로 패러다임 전환	23	1.00*	1.00*	0.07*	0.00*
2) 위험성평가를 접목한 선택과 집중 전략으로 평가 전략 전환	23	0.91*	0.75*	0.15*	0.50*
3) 포괄 수가 → 원가 계산 적용 방식에서의 측정 비용 산정 방식 전환	23	1.00*	1.00*	0.09*	0.00*
4) 혼란을 최소화하기 위해 일정 기간 기존 제도와의 병행을 통한 연착륙 방안 적용	23	1.00*	0.67	0.15*	0.50*
5) 정부의 교육 훈련 프로그램 지원을 통한 실질적 참여 유도	23	1.00*	0.75*	0.12*	0.50*
6) 정보 활용성을 높이기 위한 측정 결과의 보고 내용과 절차, 방법 등을 개선	23	1.00*	1.00*	0.10*	0.00*

※ 평가 척도: 전혀 동의 안함(1) - 대체로 동의 안함(2) - 대체로 동의함(3) - 매우 동의함(4)
 * 표시된 부분은 타당도 분석 결과 신뢰 기준을 만족한 것임

응답자 간 합의도 수준을 보면 ‘연착륙 전략(0.67)’을 제외한 모든 항목에서 일치도가 높다고 해석할 수 있는 값인 0.75 이상을 보여 합의 수준이 매우 높은 것으로 나타났다. 특히 ‘패러다임 전환’, ‘측정 비용 산정 방식 전환’, ‘측정 보고 방법 개선’ 항목에서는 합의도 지표가 1.0으로 나타나 상대적으로 다른 항목에 비해 합의 수준이 더 높은 것으로 나타났다. 합의도 지표는 1에 가까울수록 일치도가 높다고 평가하는 기준값이다.

응답의 일관성을 판단할 수 있는 안정도 지표를 보면 모든 평가 항목에서 신뢰 기준인 0.5 이하로 평가되어 평가의 일관성이 높은 것으로 나타났다.

전문가 의견이 어느 정도 일치하는지를 판단하는 또 다른 지표인 수렴도를 보면 모든 항목에서 일치도가 높다고 해석할 수 있는 기준인 0.5 이하로 나타

나 일치도가 매우 높은 것을 확인할 수 있었다. 특히, ‘패러다임 전환’ ‘측정 비용 산정 방식 전환’, ‘측정 결과 보고 방법 개선’ 항목의 수렴도가 0으로 나와 상대적으로 전문가 일치도가 다른 항목에 비해 높다는 것으로 알 수 있었다.

결론적으로 측정 제도개선 방향에 대한 전문가 합의 수준을 보면 모든 항목에서 의견 일치도가 높은 것으로 나타났으며, 특히 패러다임 전환’ ‘측정 비용 산정 방식 전환’, ‘측정 결과 보고 방법 개선’ 항목의 일치도가 다른 항목에 비해 상대적으로 높다는 것을 알 수 있었다.

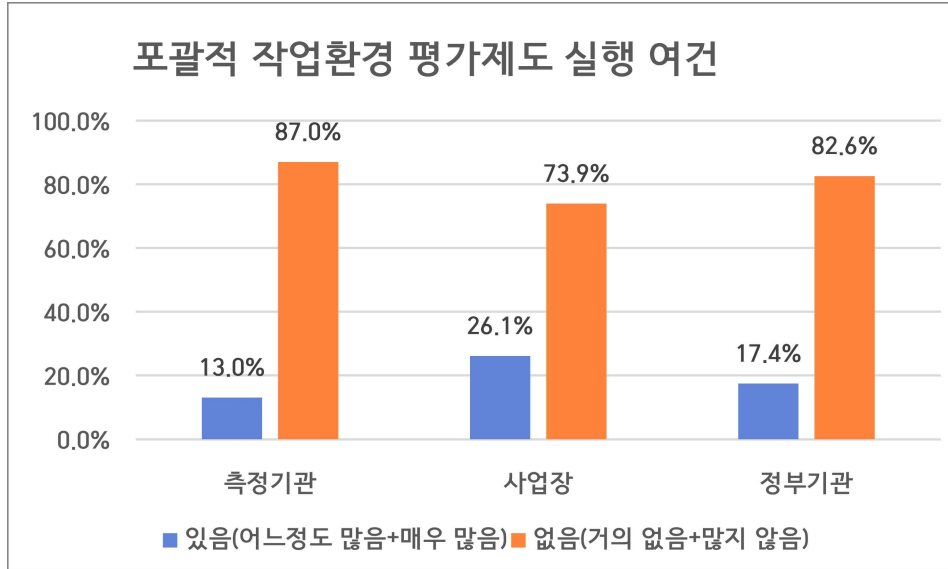
(2) 제도 도입을 위한 현장 여건 분석

가) 포괄적 작업환경 평가 실행 여건(능력)에 대한 전문가 의견

포괄적 작업환경 평가제도 도입을 위한 측정기관과 사업장, 그리고 정부 기관의 실행 여건(전문성, 인력, 경제성 등)에 대해 전문가 의견을 조사하였다 <표 III-35>.

<표 III-35> 포괄적 작업환경 평가 실행 여건에 대한 전문가 의견 n(%)

평가 항목	거의 없음(1점)	많지 않음 (2점)	어느 정도 많음(3점)	매우 많음(4점)	Mean* (SD)
1) 측정기관 실행 여건	5 (21.7)	15 (65.2)	3 (13.0)	0 (0.0)	1.91 (0.60)
2) 사업장 실행 여건	1 (4.3)	16 (69.6)	6 (26.1)	0 (0.0)	2.22 (0.52)
3) 정부 관리감독 여건	4 (17.4)	15 (65.2)	4 (17.4)	0 (0.0)	2.00 (0.60)

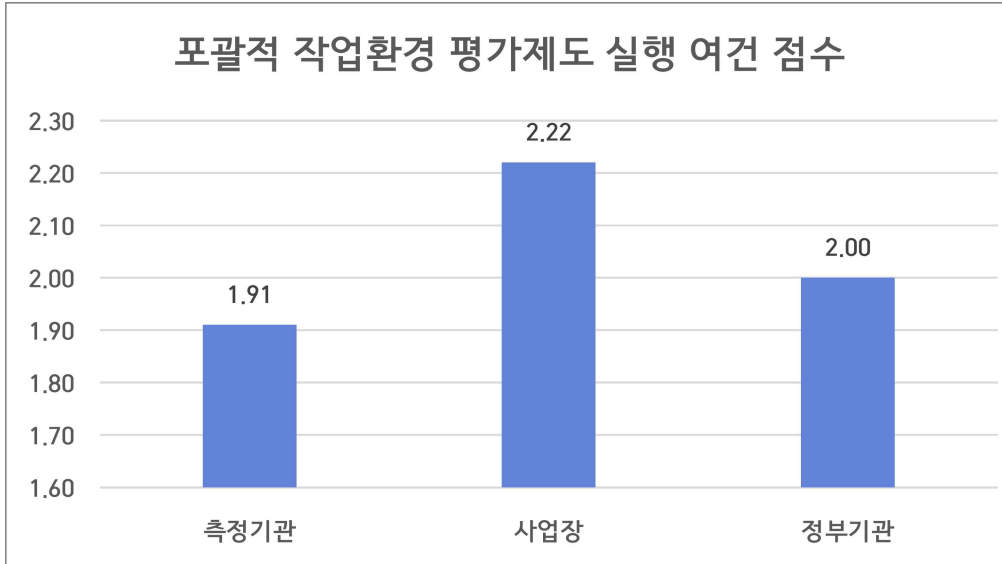


[그림 III-17] 포괄적 작업환경 평가제도 실행 여건에 대한 전문가 의견

작업환경 측정기관과 사업장, 정부 기관의 관리 감독에 대해 포괄적 작업환경 평가 제도의 실행 여건(능력)이 있다고(어느 정도 혹은 매우 많음) 응답한 전문가 동의 비율은 매우 낮은 것으로 나타났다. 평가대상 별로 보면 사업장이 실행 여건을 갖추고 있다는 응답 비율이 26.1%로 가장 높게 나타났다. 그 다음이 정부 기관의 관리 감독 능력(17.4%)이었으며, 측정기관의 실행 여건이 있다는 의견은 13.0%로 가장 낮은 것으로 나타났다.

포괄적 작업환경 평가 실행 여건(능력)을 4점 척도 점수로 비교하면 사업장이 2.22, 정부 기관(관리 감독 능력)이 2.0, 측정기관이 1.91점으로 가장 낮은 점수를 보였다.

결론적으로 전문가들은 측정기관, 사업장, 정부 기관 모두가 새로운 제도의 실행 여건(능력)이 좋지 않다고 응답하였고, 실행 여건이 상대적으로 높은 순서는 사업장 > 정부 기관 > 측정기관 순이었다(그림 III-18).



[그림 Ⅲ-18] 포괄적 작업환경 평가제도 실행 여건 점수 비교

* 평가 척도: 거의 없음(1점) - 많지 않음(2점) - 어느 정도 많음(3점) - 매우 많음(4점)

나) 포괄적 작업환경평가 실행 여건에 대한 전문가 일치도 평가 결과

측정기관, 사업장, 정부 기관을 대상으로 포괄적 작업환경 평가 제도가 도입될 때 전문가들이 생각하는 제도의 실행 능력에 대한 의견 일치도를 평가하기 위해 내적 타당도, 합의도, 안정도, 수렴도 등을 분석하였다(표 Ⅲ-36). 실행 여건에 대한 동의 기준은 포괄적 작업환경 평가제도가 도입될 때 '실행 능력이 없다(거의 없음+많지 않음)'라는 가정에 대한 일치도를 의미한다.

평가 대상별 실행 여건에 대한 내적 타당도를 보면 측정기관, 사업장, 정부 기관 모두의 변이계수가 신뢰 기준인 0.39를 초과하고 있어 매우 안정적인 타당도를 보였다. 이는 전문가들은 측정기관, 사업장, 정부 기관 모두의 포괄적 작업환경 평가제도의 실행 능력이 많지 않다는 것에 동의한다는 결과로 해석된다.

〈표 III-36〉 포괄적 작업환경 평가 실행 여건에 대한 전문가 일치도¹⁾ 평가 결과

평가항목	N	내적 타당도	합의도	안정도	수렴도
신뢰 기준		≥0.39	≥0.75	≤0.5	≤0.5
1) 측정기관 실행 여건	23	0.74*	1.00*	0.19*	0.00*
2) 사업장 실행 여건	23	0.48*	0.67	0.19*	0.50*
3) 정부기관 관리감독 여건	23	0.65*	1.00*	0.20*	0.00*

1) 일치도 : 포괄적 작업환경 평가 '실행 여건이 없다(거의 없음+많지 않음)'라는 것에 대한 일치도를 평가함

* 표시된 부분은 타당도 분석 결과 신뢰 기준을 만족한 것임

응답자 간 합의도 수준을 보면 '사업장 실행 능력(0.67)'을 제외한 모든 항목에서 일치도가 높다고 해석할 수 있는 값인 0.75 이상을 보여 합의 수준이 매우 높은 것으로 나타났다. 특히 측정기관과 정부 기관의 합의도 지표가 1.0으로 나타나 전문가 대부분이 사업실행 여건이 부족하다는 것에 대해 신뢰할 만한 수준으로 동의하였다.

응답의 일관성을 판단할 수 있는 안정도 지표를 보면 모든 평가 항목에서 신뢰 기준인 0.5 이하로 평가되어 평가의 일관성이 높은 것으로 나타났다.

전문가들의 의견이 어느 정도 일치하는지를 판단하는 또 다른 지표인 수렴도를 보면 모든 항목에서 일치도가 높다고 해석할 수 있는 기준인 0.5 이하를 보여 일치도가 매우 높은 것을 확인할 수 있었다. 특히, 측정기관과 정부 기관의 실행 여건에 대한 수렴도가 '0'으로 나와 상대적으로 전문가 일치도가 다른 항목에 비해 높다는 것으로 알 수 있었다.

결론적으로 포괄적 작업환경 평가 제도가 실행될 때 측정기관, 사업장, 정부 기관 각각의 실행 여건(능력)에 대한 전문가 의견은 매우 부정적이었으며, 특히, 사업장과 정부 기관의 실행 여건이 사업장에 비해 '상대적으로 낮다는

것을 알 수 있었다.

다) 제도 실행을 어렵게 하는 걸림돌

포괄적 작업환경 평가제도의 실행을 어렵게 하는 방해 요인을 조사한 결과는 <표 Ⅲ-37>과 같다.

작업환경 측정기관의 경우 제도 실행을 어렵게 하는 요인으로 '수익성 문제(60.9%)'를 가장 중요한 걸림돌로 평가하였으며, 그다음이 '전문성 부족(21.7%)', 업무량 증가 등 '인력 문제(17.4%)'로 나타났다.

<표 Ⅲ-37> 작업환경 측정기관 관점에서의 제도 실행 방해 요인에 대한 전문가 의견

제도 실행을 어렵게 하는 이유	빈도	비율(%)
수익성 문제	14	60.9
전문성 부족	5	21.7
업무량 증가	4	17.4
측정방식 메너리즘	0	0.0
제도변화에 대한 거부감	0	0.0
총계	23	100.0

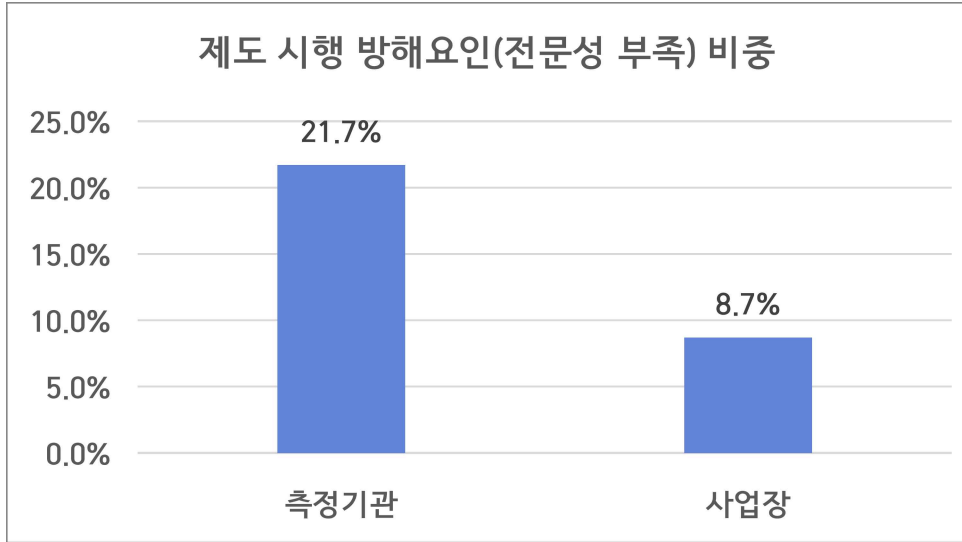
사업장의 경우 제도 실행을 어렵게 하는 요인으로 '측정 비용 부담'과 집중 평가로 인해 '새로운 문제점 도출' 가능성에 대한 부담이 모두 30.4%로 나타나 가장 중요한 문제 요인으로 평가하였다. 그다음이 '제도변화에 대한 거부감(21.7%)'으로 나타났으며 '전문성 부족'과 '관리자 인식 부족'은 8.7%로 가장 낮은 비율을 보였다.

〈표 III-38〉 사업장 관점에서의 제도 실행 방해 요인에 대한 전문가 의견

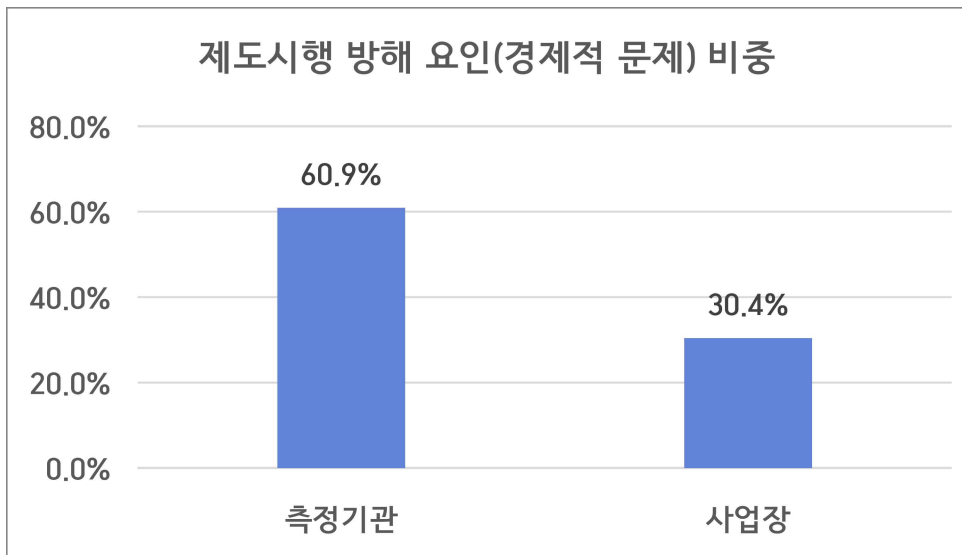
제도 실행을 어렵게 하는 이유	빈도	비율(%)
측정 비용 부담 증가	7	30.4
새로운 문제점 도출 부담	7	30.4
제도변화에 대한 거부감	5	21.7
관리자 인식 부족	2	8.7
전문성 부족	2	8.7
총계	23	100.0

측정기관과 사업장의 전문성 부족 문제를 상대적으로 비교한 결과는 [그림 III-19]와 같다. 측정기관 관점에서 사업실행을 어렵게 하는 방해 요인으로 전문성 문제를 지적한 전문가는 21.7%지만 사업장의 전문성 문제는 8.7%로 상대적으로 낮은 것으로 나타났다.

경제적 문제(측정기관의 수익성 및 사업장의 측정 비용 부담)가 방해 요인이라고 지적한 비율을 비교한 결과는 [그림 III-20]과 같다. 측정기관의 수익성 문제를 지적한 의견은 60.9%로 높게 나왔지만, 사업장의 비용 부담 문제는 30.4%로 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 이는 측정기관의 경우 수익성 보장 문제가 향후 제도 정착에 중요한 요인이라 것을 의미한다고 할 수 있다.



[그림 Ⅲ-19] 전문성 부족이 제도 시행에 가장 중요한 방해 요인이라고 생각하는 비중 비교



[그림 Ⅲ-20] 측정기관의 수입 감소와 사업장의 비용지출 증가가 제도 시행에 가장 중요한 방해 요인이라고 생각하는 비중 비교

이와 같은 결과로 볼 때 측정기관 관점에서는 제도 실행의 전제조건으로 수익성 보장 문제(60.9%)를, 사업장 관점에서는 정밀한 측정으로 인해 새로운 문제점이 드러나는 것에 대한 부담(30.4%)과 제도변화에 대한 거부감(21.7%)과 같은 인식의 문제가 모두 52.1%로 나타나 가장 중요한 제도 정착을 어렵게 하는 요인으로 분석되었다.

결론적으로 측정 비용 산정 방식 변화를 통한 측정기관의 수익성 보장과 사업장의 인식 변화를 위한 교육 홍보 문제가 향후 제도 정착의 중요한 활성화 방안으로 검토되어야 할 것으로 판단된다.

(3) 제도 활성화 방안에 대한 전문가 의견

가) 제도 활성화 방안에 대한 전문가 동의 비율

23명의 전문가 패널이 응답한 측정 제도 활성화 방안에 대한 동의 비율은 <표 III-39>와 같다.

정부의 ‘확고한 정책 방향 제시와 홍보’, ‘정책 도입을 위한 프로토콜 구축’에 대해 동의한다는 응답 비율이 모두 100%로 분석되었으며, ‘인센티브 부여를 통한 참여 유도’ 방안도 95.7%의 높은 동의 비율을 보여 전문가 대부분이 제도 활성화 방안에 대해 동의한 것으로 조사되었다.

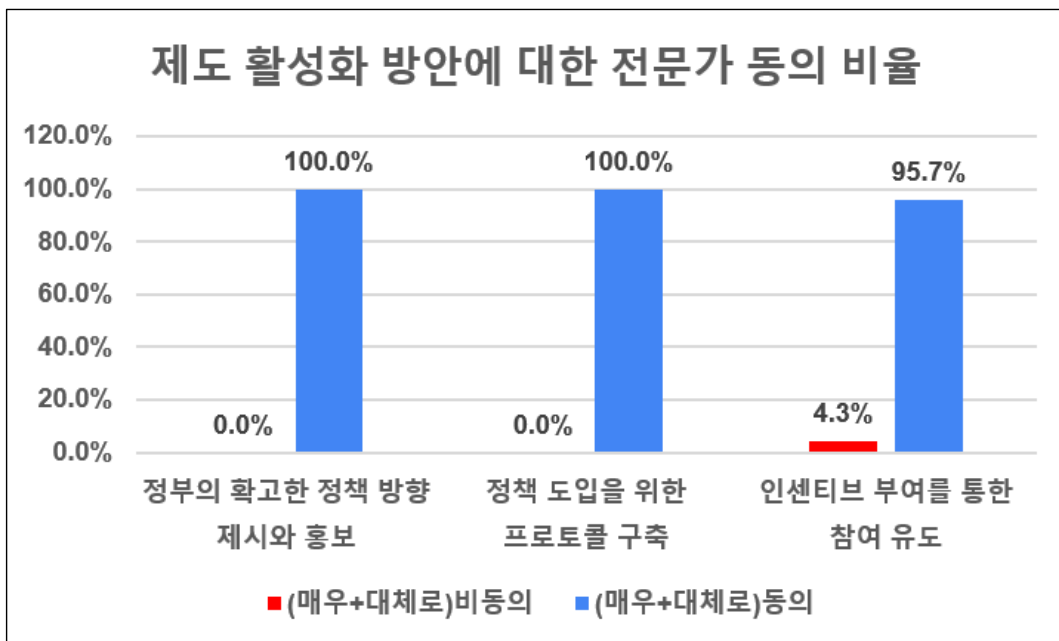
점수(4점 척도)를 기준으로 문항별 동의 수준을 보면 ‘정부의 확고한 정책 방향 제시와 홍보방안’이 3.78점으로 가장 높게 나타났고, 다음으로 ‘정책 도입을 위한 프로토콜 구축(3.61)’, ‘인센티브 부여를 통한 참여 유도(3.30)’ 순서로 나타났다.

참고로 교육 시스템구축에 대한 일부 전문가의 의견 중에는 학회 등 민간 전문조직의 전문성을 활용하는 방안과 제도 홍보를, 사업장을 중심으로 우선하여 실시하는 것이 제도 정착에 도움 될 수 있다는 소수 의견을 제시하였다.

〈표 III-39〉 포괄적 작업환경평가 제도 활성화 방안에 대한 전문가 동의 n(%)

평가항목	매우 동의하지 않음	대체로 동의하지 않음	대체로 동의함	매우 동의함	M(SD)*
1) 정부의 확고한 정책 방향 제시와 홍보	0 (0.0)	0 (0.0)	5 (21.7)	18 (78.3)	3.78 (0.42)
2) 정책 도입을 위한 프로토 콜(교육+실행 메뉴얼) 구축	0 (0.0)	0 (0.0)	9 (39.1)	14 (60.9)	3.61 (0.50)
3) 인센티브 부여를 통한 참 여 유도	0 (0.0)	1 (4.3)	14 (60.9)	8 (34.8)	3.30 (0.56)

* 평가 척도에 대한 평균과 표준편차 : 전혀 동의 안함(1점) - 대체로 동의 안함(2점) - 대체로 동의함(3점) - 매우 동의함(4점)



[그림 III-21] 제도 활성화 방안에 대한 전문가 동의 비율

나) 제도 활성화 방안에 대한 전문가 일치도 평가 결과

패널들의 측정 제도 활성화 방안에 의견 일치도를 평가하기 위해 내적 타당도, 합의도, 안정도, 수렴도 등을 분석한 결과는 <표 III-40>과 같다.

<표 III-40> 제도개선 활성화 방안에 대한 전문가 일치도 평가 결과

평가 항목	N	내적 타당도	합의도	안정도	수렴도
1) 정부의 확고한 정책 방향 제시와 홍보	23	1.00*	1.00*	0.11*	0.00*
2) 정책 도입을 위한 프로토콜(교육+실행 매뉴얼) 구축	23	1.00*	0.75*	0.14*	0.50*
3) 일정 기간 인센티브 부여를 통한 참여 유도	23	0.91*	0.67	0.17*	0.50*

* 표시된 부분은 타당도 분석 결과 신뢰 기준을 만족한 것임

각각의 정책 활성화 방안에 대한 내적 타당도를 보면(표 III-40), 모든 항목의 변이계수가 신뢰 기준인 0.39를 초과하고 있어 매우 안정적인 타당도를 보였다. 특히, 정부의 ‘확고한 정책 방향 제시와 홍보’, ‘정책 도입을 위한 프로토콜 구축’에 대해 동의한다는 응답 비율이 모두 1.0으로 분석되었으며, ‘인센티브 부여를 통한 참여 유도’ 방안도 0.91의 타당도를 보여 대부분 전문가가 제도 활성화 방안에 대해 매우 높게 동의한 것으로 조사되었다.

응답자 간 합의도 수준을 보면 정부의 ‘확고한 정책 방향 제시와 홍보방안’이 1.0으로 가장 높은 합의도 수준을 보였고, 기타 ‘정책 도입을 위한 프로토콜 구축’은 0.75의 합의도 수준을 보여 신뢰 기준(0.75 이상)을 충족한 것으로 분석되었다. 반면, ‘인센티브 부여를 통한 참여 유도’ 방안은 0.67의 합의

도 수준을 보여 신뢰 기준을 충족하지 못했다.

응답의 일관성을 판단할 수 있는 안정도 지표를 보면 모든 평가 항목에서 신뢰 기준인 0.5 이하로 평가되어 평가의 일관성이 높은 것으로 나타났다.

전문가들의 의견이 어느 정도 일치하는지를 판단하는 또 다른 지표인 수렴도를 보면 모든 항목에서 일치도가 높다고 해석할 수 있는 기준인 0.5 이하를 보여 일치도가 높은 것을 확인할 수 있었다. 특히, '정부의 확고한 정책 방향 제시와 홍보' 방안은 수렴도가 0으로 나와 상대적으로 전문가 일치도가 다른 항목에 비해 높다는 것으로 알 수 있었다.

결론적으로 측정 제도개선 방향에 대한 전문가의 합의 수준은 모든 항목에서 의견 일치도가 높은 것으로 나타났다. 특히 '정부의 확고한 정책 방향 제시와 홍보' 항목에서 가장 높은 합의 수준을 보였고, 다음으로 '정책 도입을 위한 프로토콜 구축' 방안이었다.

IV. 결론 및 제안



IV. 결론 및 제안

1. 결론

1) 시범사업 효과

포괄적 작업환경 측정 전략을 적용한 16개 사업장을 대상으로 시범사업 전후의 변화를 평가한 결과는 다음과 같다.

(1) 측정 대상 물질이 확대되었다.

16개 사업장의 작업환경 측정 대상 물질이 시범사업 전에는 52종이었던 것이 시범사업 후에는 63종으로 21% 증가하였으며, 추가된 측정 대상 물질의 대부분은 고독성 물질이었다(17종에서 24종으로 증가). 측정 대상 물질 수가 증가했다는 것은 좀 더 확대된 위험성 평가가 가능했다는 것과 고독성 물질이 측정 대상에 추가되었다는 것은 유해성이 높은 물질에 대한 예방적 작업환경 관리가 가능하다는 것을 의미한다.

이처럼 측정 대상 물질이 확대된 것은 포괄적 작업환경 평가의 1단계인 '기초 정보 분석' 과정에서 MSDS 자료를 대상으로 유효 성분에 대한 사전 위험성평가를 시행하여 고독성 물질과 같은 유해성이 높은 물질을 측정 대상에 포함한 결과로 해석할 수 있다.

(2) 유해물질 노출수준이 증가하였다.

시범사업 전에는 평균 노출지수가 3.6%였던 것이 포괄적 작업환경 평가 전략을 적용한 시범사업 후에는 7.1%로 2배 정도 증가하였다. 특히, 고농도 구

간인 노출지수 50% 이상에 해당하는 시료의 경우 시범사업 전에는 1개에 불과했던 것이 시범사업 후에는 15개 시료로 대폭 증가하였다. 노출지수의 증가는 그동안 측정에서 제외되었던 비정형 작업이나 과거에 평가되지 않은 최고 노출 상황이 어느 정도 측정에 반영되었음을 의미한다.

이처럼 고농도 노출수준이 증가한 것은 포괄적 작업환경 평가는 최고 노출 상황을 선별하기 위해 측정자가 사전에 작업을 자세히 관찰한 후 측정 대상자를 직접 선별하는 전략을 적용한 결과로 해석된다.

(3) 위험성 수용 불가 물질이 증가하였다.

시범사업 전에는 위험성 수용 불가 물질이 총 20종으로 측정 대상 물질의 38.5%를 차지했지만, 시범사업 후에는 총 29종으로 측정 대상 물질의 46%로 상당 부분 증가하였다.

위험도 수준이 높아졌다는 것은 고독성 물질이 위험성평가 결과에 포함되었다는 것과 과거에 확인되지 않은 고농도 노출 작업이 측정에 포함되었다는 것을 의미한다.

(4) 작업환경평가 주기가 다양화되었다.

작업환경 측정 주기 변화를 보면 시범사업 전에는 대부분이 6개월 주기(78.9%)였던 것이 시범사업 후에는 3개월 주기(3.9%), 6개월 주기(31.4%), 1년 주기(5.7%), 별도의 작업환경 측정 없이 위험성평가로 대체(59.0%) 등 측정 주기가 다양화되었다. 이처럼 측정 주기가 다양화되었다는 것은 노출 특성에 맞는 맞춤형 평가가 가능하다는 것을 의미한다.

이러한 결과는 포괄적 작업환경 평가에서는 최종 위험성평가 결과를 바탕으로 집중관리 해야 할 측정 대상을 선별하는 '선택과 집중 전략'을 적용한 결과로 해석된다.

(5) 측정 투입 인력과 비용이 증가하였다.

작업환경 측정에 소요된 인력과 측정 비용의 변화를 비교한 결과 시범사업 전 투입된 작업 공수는 평균 31.8시간(man hour)이었던 것이 시범사업 후에는 79.6시간으로 2.5배 증가하였다.

기존 측정 방식과 포괄적 평가에 투입된 작업 공수에서 가장 큰 차이를 보인 것은 기존 측정 방식은 측정 준비에 소요된 시간이 3.8시간(11.9%)에 불과했던 것이 포괄적 평가는 32.1시간으로 8.5배가 증가한 것으로 나타나 정보 분석, 정밀 예비조사, 전략 수립 등 ‘측정 준비 단계’가 가장 큰 영향을 준 것을 확인할 수 있었다.

측정 비용은 시범사업 전에는 사업장당 평균 234만 원이었던 것이 시범사업 후에는 715만 원으로 3.1배 증가하였다. 이처럼 투입된 작업 공수와 측정 비용이 증가한 것은 포괄적 작업환경 평가 전략은 총 8단계로 나누어져 측정 전에 분석해야 할 다양한 정보 수집과 그에 근거한 전략 수립, 그리고 측정 후 별도의 최종 위험성평가를 한 후 집중관리 해야 할 대상을 선정하는 등 기존 측정 방식에 비해 전체적으로 시간과 인력이 더 투입된 것으로 해석된다.

결론적으로 포괄적 작업환경 평가 전략은 시간과 비용이 기존의 작업환경평가보다 더 많이 소요되지만, 측정 주기가 조정되고 평가대상 물질이 상당 부분 위험성평가로 대체되는 특성을 고려하면, 증가하는 비용은 그리 많지 않을 것으로 보인다.

2) 제도 활성화 방안

(1) 정책 방향 제시

2022년 선행 연구(이윤근 등, 2022)와 정책 주관기관과의 협의를 통해 6개 영역의 정책 방향(아래 항목 참고)을 사전에 선정하였고, 23명의 전문가 패널

조사를 통해 정책 방향 동의 여부와 전문가 간 일치도를 분석하였다. 그 결과 6가지 모든 항목에서 동의 비율이 95.7% 이상으로 높게 나타났다. 전문가 일치도를 평가한 결과 6가지 모든 항목의 변이계수가 신뢰 기준인 0.39를 초과하고 있어 매우 안정적인 타당도를 보였다. 특히 '선택과 집중 전략(0.91)'을 제외한 5개 항목 모두에서 내적 타당도가 1.0을 보여 전문가 일치도가 매우 높은 것으로 나타났다.

이와 같이 전문가 의견수렴과 동의 절차를 거쳐 다음과 같은 포괄적 작업환경 측정 제도의 정책 방향을 선정하였고, 제도 정착을 위해서는 향후 구체적인 실행 방안들이 마련되어야 할 것이다.

- ① 기존의 작업환경 측정(measurement) 개념을 평가(assessment) 개념으로의 패러다임 전환
- ② 위험성평가를 접목한 선택과 집중 전략 적용
- ③ 측정 비용 현실화를 위한 원가 계산 적용 방식으로의 비용 산정 방식 전환
- ④ 일정 기간 기존 제도와의 병행을 통한 연착륙 방안 적용
- ⑤ 정부의 교육 훈련 프로그램 지원과 홍보를 통한 전문성 강화와 참여 유도
- ⑥ 측정 결과의 보고 내용과 절차, 방법 등의 개선을 통한 측정 정보의 활용성 강화

(2) 정확한 현장의 실행 여건 인식과 지원

포괄적 작업환경 평가 제도가 실행될 때 측정기관, 사업장, 정부 기관 각각의 실행 여건(능력)에 대한 전문가들의 의견은 매우 부정적이었다. 특히, 측정기관의 사업 수행 여건(부정적 의견 87.0%)과 정부 기관의 관리감독 능력(부정적 의견 82.6%)이 사업장의 사업 이행 능력(부정적 의견 73.9%)에 비해 부

정적 의견이 상대적으로 높았다.

제도 시행의 걸림돌이 되는 요인으로는 측정기관 관점에서는 제도 실행의 전제조건으로 '수익성 보장(60.9%)' 문제, 사업장 관점에서는 정밀한 측정으로 인해 '새로운 문제점이 드러나는 것에 대한 부담(30.4%)'과 '제도변화에 대한 거부감(21.7%)'과 같은 인식 문제(52.1%)가 가장 중요한 제도 정착을 어렵게 하는 요인으로 분석되었다.

이와 같은 문제들은 정책 방향에서 제시된 '측정 비용 산정 방식 개선'과 '측정 페러다임 전환'에 대한 정부의 일관된 정책 의지 천명으로 개선될 수 있을 것이다.

(3) 정책 활성화 방안

측정 제도개선 방향에 대한 전문가의 합의 수준은 모든 항목에서 동의 비율과 의견 일치도가 높은 것으로 나타났다. 특히, '정부의 확고한 정책 방향 제시와 홍보' 방안과 '정책 도입을 위한 프로토콜 구축' 방안은 전문가 패널 100%가 동의하였고, 인센티브 부여 방안은 95.7%로 나타났다.

전문가의 의견 일치도 평가 결과 모든 항목의 변이계수가 신뢰 기준인 0.39를 초과하고 있어 매우 안정적인 타당도를 보였다. 특히, 정부의 '확고한 정책 방향 제시와 홍보', '정책 도입을 위한 프로토콜 구축'에 대해 동의한다는 일치도가 모두 1.0으로 분석되었으며, '인센티브 부여를 통한 참여 유도' 방안도 0.91의 일치도를 보여 대부분 전문가가 제도 활성화 방안에 동의 비율이 매우 높은 것으로 조사되었다.

2. 제언

지금까지 진행된 '기존 측정 제도의 문제점 분석과 포괄적 작업환경 평가 모델 개발(2020년)' → '시범사업을 통한 포괄적 평가의 사업 효과 분석

(2021~2024년)' → '포괄적 작업환경 평가 기술지침서 개발(2023년)' → '제도 활성화 방안 연구(2024년)' 등 일련의 과정을 통해 도출된 포괄적 작업환경 평가제도의 도입 및 활성화 방안을 다음과 같이 제안한다.

(1) 정부는 확고한 정책 방향 제시와 인식 전환을 위한 적극적인 홍보가 필요하다. 그래야만 새로운 제도에 대한 부정적 인식이 개선될 수 있다.

현재의 작업환경 측정기관과 사업장의 경우 새로운 제도변화에 대해 막연한 불안감과 부담을 느끼고 있다.

사업장 관점에서는 새로운 측정 제도가 도입됨으로써 '새로운 문제점이 드러나는 것에 대한 부담(30.4%)'과 '제도변화에 대한 거부감(21.7%)'과 같은 인식의 문제가 52.1%로 나타나 가장 중요한 제도 정착을 어렵게 하는 요인으로 분석되었다. 이런 상황에서는 '제도개선 방향이 맞고, 정말로 필요한 정책'이라면 정부 기관이 일괄적이고 확고한 정책 방향을 천명해야 한다. 이를 통해 '포괄적 작업환경 평가를 원하는 사업장이 있고, 실행할 수 있는 측정기관이 있다'라고 하면 누구든지 참여할 수 있도록 제도를 바꿔 나가는 지속적이고 일관적인 정책 방향을 정부가 제시해야 한다. 그래야만 측정기관과 사업장의 새로운 제도에 대한 부정적인 인식을 바꿀 수 있다.

이에 필요한 관련 법규 개정 방향과 내용은 2022년 연구 결과 보고서를 참고할 수 있다.

(2) 작업환경 측정 제도의 패러다임 전환을 통해 실효성 있는 제도로 바뀌어야 한다.

현재의 작업환경 측정 제도는 법률로 규정한 유해인자에 대해 노출기준 초과 여부를 판단하는 것을 목적으로 하는 '측정 개념(measurement)'이다. 이를 유해성이 있는 모든 유해인자로 확대하여 유해인자를 찾고(Identification), 위험성을 평가하고(Assessment), 위험을 관리/개선

(Control & Management)하는 포괄적 개념으로 패러다임이 바뀌어야 한다. 그래야만 작업환경 측정 제도의 실효성을 높일 수 있다. 전문가 패널조사 결과 이러한 정책 방향에 대해 100% 동의 수준을 확인할 수 있었다.

패러다임 전환을 위해서는 평가대상 유해인자 확대, 측정 주기 조정, 측정 방법 확대, 관리 기준 설정 등 현재의 규범화된 작업환경 측정 규정이 전문가의 전문성을 기반으로 한 자율적 규정으로 바뀌어야 한다. 그리고 정부기관은 측정기관의 자율적 규정 적용에 대한 신뢰성에 대해 주기적인 관리감독을 해야 한다.

또한 측정 규정 변화뿐만 아니라 측정 결과의 보고 의무, 보고 방법, 보고 양식, 보고 내용 등 '전반적인 보고 절차와 내용'도 같이 바뀌어야 한다. 그뿐만 아니라 보고 내용에는 측정된 작업의 표준화된 '직업(혹은 작업)코드' 정보가 추가로 입력되어 향후 작업-노출 매트릭스(Job-Exposure Matrix) 구축에 활용될 수 있도록 해야 한다. 현재의 측정 결과 보고서는 측정 결과의 데이터 입력에 초점이 맞추어져 있어 실질적 작업환경 관리에 별다른 도움이 되지 않는다.

구체적인 포괄적 작업환경 평가 방법론은 2022년, 2023년 연구 결과를 참고할 수 있다.

(3) 위험성평가를 접목한 선택과 집중 전략으로 효율성 있는 제도로 바뀌어야 한다.

현재의 측정 제도는 매번 같은 유해인자를 대상으로 기본주기(6개월) 중심으로 반복되는 규정화된 측정 방식이다. 이를 처음 측정 시에는 유해성이 확인된 모든 유해인자를 대상으로 포괄적 작업환경 평가를 진행하고, 이후에는 '위험성 수용 불가'에 해당하는 유해인자 중심으로 집중하여 관리(측정 포함)하는 방식으로 평가 전략이 바뀌어야 한다. 그래야만 작업환경 측정 제도의 효율성을 높일 수 있다. 전문가 패널 조사 결과 위험성평가를 통한 '선택과

집중 전략'의 정책 방향에 대해 100% 동의 수준을 확인할 수 있었다.

선택과 집중 전략은 위험성평가 전략을 작업환경 평가에 활용함으로써 실행할 수 있다. 집중관리 대상 유해인자 선정과 평가 주기, 향후 관리 기준과 내용은 2022년, 2023년 연구 결과를 참고할 수 있다.

(4) 측정 비용 산정 방식을 개선하여 양질의 산업보건 서비스 제공과 측정기관 참여를 유도해야 한다.

현재의 작업환경 측정 비용 산정 방식은 '포괄 수가 적용 방식(사업장 규모에 따른 기본비용+측정단가 적용)'이다. 이 방법으로는 포괄적 작업환경 평가에 드는 비용과 인력 등 제반 경비를 감당할 수 없다. 포괄적 작업환경 평가를 위해서는 적정 '인건비 + 경비 + 일반 관리비 + 이윤' 등을 반영하는 '원가계산 적용 방식'으로 바뀌어야 한다. 그래야만 측정기관의 참여를 유도할 수 있으며, 좀 더 양질의 산업보건 서비스를 제공할 수 있다. 전문가 패널조사 결과 측정기관 관점에서는 제도 실행의 전제조건으로 수익성 보장 문제(60.9%)가 제도 정착의 가장 중요한 걸림돌로 분석되었다. 측정 수가 산정 방법 변화에 대해 전문가 패널들은 100% 동의 수준을 보였다.

측정 비용 산정 방식의 구체적인 개선 방법은 2023년 연구보고서를 참고할 수 있다.

(5) 일정 기간 새로운 제도의 연착륙 전략을 통해 측정기관과 사업장의 충분한 준비기간을 보장해야 한다. 그래야만 현장의 부담과 혼란을 최소화할 수 있다.

새로운 작업환경 평가제도(포괄적 작업환경 평가) 정착을 위해서는 일정 기간 기존 측정 제도와 새로운 측정 제도를 병행하여 사업장과 측정기관이 선택할 수 있도록 하는 연착륙 방안을 적용해야 한다. 이를 통해 측정기관과 사업장이 준비할 수 있는 기간을 충분히 보장해야 한다. 그래야만 측정기관과 사

업장의 혼란을 최소화할 수 있다. 연착륙 전략에 대해 전문가 패널조사 결과 100% 동의 수준을 확인할 수 있었다.

연착륙 전략에 필요한 관련 법규 개정에 대한 정보는 2022년 연구보고서를 참고할 수 있다.

(6) 측정기관과 사업장의 전문성 확보에 필요한 교육 시스템구축 등 제도 실행을 위한 프로토콜이 개발되어야 한다.

새로운 작업환경 평가제도(포괄적 작업환경 평가)의 방향성이 제대로 작동되기 위해서는 노사 담당자, 측정기관 실무자들의 실질적 참여를 위한 정책 지원(전문 교육 등)이 함께 이루어져야 한다. 그러기 위해서는 관계자들의 전문성 확보와 인식 전환을 위한 교육과 홍보가 같이 이루어져야 한다. 포괄적 작업환경 제도의 실행 능력에 대한 전문가 패널 조사 결과 측정기관의 실행 능력이 있다는 동의 비율은 13.0%, 사업장은 26.1%, 정부 기관(관리 감독 능력)은 17.4%로 매우 낮은 것으로 나타났다.

따라서 새로운 작업환경 평가제도의 설명과 교육을 위한 실행 매뉴얼(측정기관용, 사업장용, 근로 감독관용)개발과 공적인 교육 시스템이 구축되어야 한다. 이는 측정기관과 사업장의 전문성 확보 및 인식 전환을 위해서도 필요한 부분이다.

실행 매뉴얼 마련에 필요한 기술 지침은 2023년 연구보고서를 참고할 수 있다.

(7) 일정 기간 측정기관과 사업장 참여의 동기부여를 위해서는 인센티브를 부여하는 방안이 필요하다.

제도 시행 초기에 포괄적 작업환경평가를 수행하는 측정기관이나 사업장에 인센티브를 부여하는 방안이 고려되어야 한다. 예를 들어 제도에 참여하는 측정기관에는 전문기관 평가 시 ‘가점부여 방안’, 전문성 강화를 위한 ‘전문가

컨설팅 지원', 전문 교육 참여시 '교육비 지원' 등의 인센티브 방안을 검토할 수 있을 것이다. 포괄적 평가제도를 도입한 참여 사업장에는 '작업환경 개선 지원', 영세 사업장 '평가비용 지원', 작업환경 개선 등 '전문가 컨설팅 지원', 업무 담당자의 전문 교육 참여시 '교육비 지원' 등의 인센티브 방안을 검토할 수 있을 것이다.

인센티브 부여 방안에 대해 전문가 패널 조사 결과 95.7% 동의 수준을 확인할 수 있었다. 다만 이와 같은 인센티브 부여 방안은 정부기관의 정책적 판단에 따라 얼마든지 확대 적용이 가능할 것으로 보이며, 일정 기간에 국한해서 부여할 것을 제안한다.

(8) 전문성에 기반한 당사자(측정기관, 사업장)들의 자율성과 노동자의 참여권이 보장되어야 한다.

현행 작업환경 측정 규정을 보면 모든 기준이 규범화되어 있다. 전문성에 기반한 다양한 작업환경 평가 전략을 사업장 특성에 맞게 적용할 수 있도록 측정기관 및 사업장에 자율성이 보장되어야 한다. 또한 노동단체에서는 새로운 작업환경 평가 제도가 도입되면 노동자에게 부여된 최소한의 법적 권리(작업환경 측정 의무)마저 사라질 수 있다는 불안감을 가지고 있는 게 사실이다. 이를 극복하기 위해서는 노동자 대표의 실질적 참여권이 보장되어야 하며, 이에 필요한 교육 지원이 함께 이루어져야 한다.

참고문헌

- 고용노동부(2018). 화학물질 및 물리적 인자의 노출기준(고용노동부고시 2018-62호)
- 고용노동부(2023). 화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준 (고용노동부고시 2023-9호)
- 고용노동부(2023). 사업장 위험성평가에 관한 지침(고용노동부고시 2023-19호)
- 고용노동부(2023). 2023년 새로운 위험성평가 안내서. 산업안전보건연구원
- (사)종합물가정보원(2023). 종합물가정보 2023년 2월호
- 이윤근 등(2020). 포괄적 작업환경평가 제도 도입을 위한 시범 연구, 산업안전보건연구원
- 이윤근 등(2021). 포괄적 작업환경평가 제도 도입을 위한 시범 연구(II), 산업안전보건연구원
- 이윤근 등(2022). 포괄적 작업환경평가 제도 도입을 위한 시범 연구(III), 산업안전보건연구원
- 이윤근 등(2023). 포괄적 작업환경평가 도입을 위한 시범 적용 및 절차서(안) 마련 연구, 산업안전보건연구원
- 이종현 등(2020). 소셜 빅데이터 분석을 위한 키워드 타당성 분석연구 - 2020 교육부 핵심 추진과제를 중심으로-, 한국교육학술정보원
- 환경부(2020). 환경영향평가 등의 대행비용 산정기준(환경부고시 제

2020-223호, 2020. 10)

AIHA (2015). A Strategy for Assessing and Managing Occupational Exposures 4th

IARC (2023). Agents classified by the IARC Monographs, Volumes 1-136

Korea Research Institute of Industrial Information(KIDIF)(2020). An analysis of the effect and development of the 'Health Stepping Stone' project

Lawshe, C. H. A quantitative approach to content validity. Personnel Psychology 1975, 28(4), 563-575.

Abstract

Study on the activation method of the comprehensive work environment assessment system

Objectives : This study is to analyze the results of the pilot application of the comprehensive work environment assessment model presented through previous research, and to establish the direction of improvement of the work environment measurement system and activation plan through collecting expert opinions.

Method : We analyzed the changes in exposure index, measured hazardous substances, risk, measurement manpower and costs of the pilot workplaces where comprehensive work environment assessments were conducted on 16 pilot workplaces, and conducted a Delphi survey targeting a panel of 23 experts to analyze the level of agreement on policy directions.

Results :

1. Effect of pilot application

(1) The target substances for measurement were expanded.

The target substances for work environment measurement increased by 21% after the pilot application, and most of the additional target substances for measurement were highly toxic substances. The

expansion of the target substances for measurement means that a more expanded risk assessment and preventive work environment management for highly hazardous substances are possible.

(2) The exposure index of hazardous substances increased.

After applying the comprehensive work environment assessment strategy, the exposure index increased by about two times. In particular, the number of samples with an exposure index of 50% or more increased significantly from only 1 before the pilot application to 15 after the pilot application. The increase in the exposure index means that irregular work that had been excluded from measurement or the highest exposure situation that had not been evaluated in the past were reflected in the new measurement strategy.

(3) The work environment assessment cycle has been diversified.

After applying the comprehensive work environment assessment strategy, the work environment measurement cycle has been diversified to 3 months (3.9%), 6 months (31.4%), 1 year (5.7%), and risk assessment replacement (59.0%). This diversification of the measurement cycle means that customized assessments are possible according to exposure characteristics.

(4) Measurement input manpower and cost increased.

After applying the comprehensive work environment assessment strategy, the measurement manpower increased by 2.5 times, and the measurement cost increased by 3.1 times. However, considering the characteristic of the measurement cycle being adjusted, the increased

cost is expected to be not that large.

2. Activation method of the new work environment measurement system

(1) The government needs to present a firm policy direction and declare consistent will, and actively promote awareness changes. Only then can the negative perception of the new measurement system be improved.

Current work environment measurement agency and workplaces feel vague anxiety and burden about the new system change. In this situation, if the direction of the system improvement is right and the policy is truly necessary, the government should declare a consistent and firm policy direction. Only then can the negative perception of the new system by measurement institutions and workplaces be changed.

(2) The work environment measurement system must be changed to an effective system through a measurement paradigm shift.

The current work environment measurement system is a 'measurement concept' aimed at determining whether TLVs are exceeded. This must be expanded to all hazardous factors, and the paradigm must be changed to a comprehensive concept that finds hazardous factors (Identification), evaluates risks (Assessment), and control & management. Only then can the effectiveness of the work environment measurement system be improved.

(3) The work environment measurement strategy should be changed to an efficient system that incorporates risk assessment.

The current measurement system is a standardized measurement method that repeatedly measures the same hazardous factors every six months. The evaluation strategy should be changed to a method that focuses on hazardous substances that are 'unacceptable for risk'. Only then can the efficiency of the work environment measurement system be improved.

(4) The method of calculating measurement costs should be improved to induce the provision of quality occupational health services and the participation of measurement institutions.

In order to conduct a comprehensive work environment assessment, the method of calculating measurement costs should be changed to reflect labor costs, expenses, general management costs, profits. Only then can the participation of measurement institutions be induced and better-quality occupational health services can be provided.

(5) A soft-landing strategy for the new system should be used to ensure sufficient preparation time for measurement institutions and workplaces. Only then can the burden and confusion in the field be minimized.

In order to establish the new work environment evaluation system, a soft-landing plan should be applied that allows workplaces and measurement institutions to choose between the existing and new measurement systems for a certain period of time. Through this, sufficient preparation time for measurement institutions and workplaces should be guaranteed, and only then can confusion for measurement agencies and workplaces be minimized.

(6) A protocol for implementing the system, such as establishing an education system necessary to secure expertise in measurement institutions and workplaces, should be developed.

In order for the direction of the new work environment evaluation system to function properly, specialized education for the actual participation of labor-management officials and measuring institution practitioners should be provided together.

(7) In order to motivate measurement institutions and workplaces to participate for a certain period of time, a method of providing incentives is needed.

Conclusion: The pilot application that applied the comprehensive work environment assessment model confirmed more efficient and effective effects. However, from the perspective of the measurement institutions and the workplace, there is a vague sense of anxiety and insufficient preparation. Therefore, in order to establish the new work environment assessment system, it is hoped that the activation methods of the system presented through this study will be established and then implemented.

Key words : Workplace environment, Comprehensive assessment, Work environment measurement, Risk assessment

부록

델파이 설문조사 안내

- 본 조사는 고용노동부가 주관하는 정책과제로 작업환경 측정 제도개선을 목적으로 산업안전보건연구원의 위탁 과제로 진행되고 있습니다.
- 2021년부터 시작된 연구를 통해 그동안 새로운 작업환경 측정 모델(포괄적 작업환경 평가)을 개발하였고, 시범사업을 통해 긍정적인 효과를 확인하였습니다. 다만, 새로운 제도를 도입하는 데 있어 현실적인 여건과 정책 방향 설정을 위한 전문가들의 합의점 도출이 필요한 단계입니다.
- 제도개선에 필요한 합리적 의견도출을 위해 전문가 델파이 기법을 이용한 설문조사를 진행하고자 하오니 적극 참여해 주시기를 간곡히 부탁드립니다.
- 반드시 첨부된 ‘포괄적 작업환경 평가를 위한 제도개선 방향’을 설문 전에 읽어보시고 설문에 응답해 주시기를 바랍니다.
- 설문은 무기명으로 이루어지나 반복 평가를 위해 본인만이 알 수 있는 4자리의 개인 식별번호가 필요하오니, 고유번호를 자유롭게 입력해 주시기를 바랍니다.

[설문 관련 문의 : 연구책임자 이윤근

]]

※ 첨부자료 : '포괄적 작업환경 평가' 모델 설명자료

델파이 조사를 위한 설문 문항

(*필수 문항)

***[고유번호]**

본인만이 알 수 있는 4자리 숫자를 입력해 주세요(2차조사 시 동일인에게 회신하기 위한 목적입니다).(예 : 1234)

□□□□

1. 제도개선 방향

***문1-1. 패러다임 전환**

현재의 작업환경 측정 제도는 법률로 규정한 유해인자에 대해 노출기준 초과 여부를 판단하는 것을 주 목적으로 하는 '측정 개념(measurement)'입니다. 이를 유해성이 있는 모든 유해인자로 확대하여 유해인자를 찾고(Identification), 위험성을 평가하고(Assessment), 위험을 관리개선(Control & Management)하는 포괄적 개념으로 패러다임이 바뀌어야 한다는 것에 대해 어느 정도 동의하십니까?

- ①매우 동의하지 않음
- ②대체로 동의하지 않음
- ③대체로 동의함
- ④매우 동의함

***문1-2. 선택과 집중 전략 적용**

현재의 측정 제도는 매년 동일한 유해인자를 대상으로 기본주기(6개월)로 반복되는 규정화된 측정 방식입니다. 이를 처음 측정 시에는 유해성이 확인된 모든 유해인자를 대상으로 포괄적 작업환경 평가를 진행하고, 이후에는 '위험성 수용 불가'에 해당하는 유해인자 중심으로 집중 관리(측정 포함)하는 방식으로 평가 전략이 바뀌어야 한다는 것에 대해 어느 정도 동의하십니까?.

- ①매우 동의하지 않음
- ②대체로 동의하지 않음
- ③대체로 동의함
- ④매우 동의함

***문1-3. 측정비용 산정방식**

현재의 작업환경 측정 비용 산정 방식은 '포괄 수가 적용 방식(사업장 규모에 따른 기본비용+측정단가 적용)'입니다. 포괄적 작업환경 평가를 위해서는 적정 '인건비 + 경비 + 일반관리비 + 이윤' 등을 반영하는 '원가계산 적용 방식'으로 바뀌어야 한다는 것에 대해 어느 정도 동의하십니까?

- ①매우 동의하지 않음
- ②대체로 동의하지 않음
- ③대체로 동의함
- ④매우 동의함

***문1-4. 제도의 연착륙 유도**

새로운 작업환경 평가제도(포괄적 작업환경 평가) 정착을 위해서는 일정 기간 기존 측정 제도와 새로운 측정 제도를 병행하여 사업장과 측정기관이 선택할 수 있도록 하는 연착륙 방안에 대해 어느 정도 동의하십니까?

- ①매우 동의하지 않음
- ②대체로 동의하지 않음
- ③대체로 동의함
- ④매우 동의함

***문1-5. 정부의 교육프로그램 지원**

새로운 작업환경 평가제도(포괄적 작업환경 평가)의 방향성이 제대로 작동되기 위해서는 노사 담당자와 측정기관 실무자들의 실질적 참여를 위한 정책 지원(전문 교육 등)이 함께 이루어져야 한다는 것에 대해 어느 정도 동의하십니까?

- ①매우 동의하지 않음
- ②대체로 동의하지 않음
- ③대체로 동의함
- ④매우 동의함

***문1-6. 측정 결과 보고 방법 개선**

새로운 작업환경 평가제도(포괄적 작업환경 평가)가 제대로 시행되기 위해서는 보고 의무, 보고 방법, 보고 양식, 보고 내용 등 '전반적인 보고 절차와 내용'도 같이 바뀌어야 한다는 것에 대해 어느 정도 동의하십니까?.

- ①매우 동의하지 않음
- ②대체로 동의하지 않음
- ③대체로 동의함
- ④매우 동의함

문1-7. 기타 새로운 작업환경 평가제도 도입에 필요한 정책 방향에 대해 자유롭게 기록해 주시기를 바랍니다.

2. 제도 수행을 위한 현장 여건에 대한 의견

***문2-1. 측정기관 여건**

측정기관 종사자의 전문성 등을 고려할 때 새로운 작업환경 평가제도(포괄적 작업환경 평가)를 실행할 수 있는 작업환경 측정기관은 어느 정도라고 생각하십니까?

- ①거의 없음
- ②많지 않음
- ③어느 정도 많음
- ④매우 많음

***문2-2. 사업장 여건**

보건관리자(혹은 업무 담당자)의 관리능력과 사업주의 의지 등을 고려할 때 새로운 작업환경 평가제도(포괄적 작업환경 평가)를 수용할 수 있는 사업장은 어느 정도라고 생각하십니까?

- ①거의 없음

- ② 많지 않음
- ③ 어느 정도 많음
- ④ 매우 많음

***문2-3. 정부 기관 의견**

새로운 작업환경 평가제도(포괄적 작업환경 평가)가 제대로 실행되고 있는지를 관리 감독하기 위한 **정부 기관의 관리능력**(안전보건공단 지원과 근로감독관의 관리 감독 능력 등)은 어느 정도라고 생각하십니까?

- ① 거의 없음
- ② 많지 않음
- ③ 어느 정도 많음
- ④ 매우 많음

***문2-4. 측정기관 관점에서의 제도 정착을 어렵게 하는 걸림돌**

측정기관이 새로운 작업환경 평가제도(포괄적 작업환경 평가)의 참여를 꺼리는 **가장 중요한 이유**는 무엇이라고 생각하십니까?

- ① 측정 인력의 전문성 부족
- ② 수익성 문제
- ③ 업무량 증가
- ④ 과거 측정 방식의 메너리즘
- ⑤ 새로운 제도변화에 대한 부담

***문2-5. 사업장 관점에서의 제도 정착을 어렵게 하는 걸림돌**

사업장이 새로운 작업환경 평가제도(포괄적 작업환경 평가)의 **참여를 꺼리는 가장 중요한 이유**는 무엇이라고 생각하십니까?

- ① 업무 담당자의 전문성 부족
- ② 측정 비용 부담 증가 문제
- ③ 관리책임자의 인식 부족
- ④ 새로운 문제점이 드러날 가능성에 대한 부담
- ⑤ 새로운 제도변화에 대한 부담(거부감)

문2-6. 기타 새로운 작업환경 평가제도 도입을 어렵게 하는 현장 여건에 대해

자유롭게 기록해 주시기를 바랍니다.

3. 제도 정착 활성화 방안

*문3-1. 정부의 확고한 정책 방향 제시

현재의 작업환경 측정기관과 사업장의 여건상 새로운 작업환경 평가제도 도입에 현실적 어려움이 있는 게 사실입니다. 제도 도입을 위해 정부 기관이 포괄적 작업환경 평가 방향에 대한 **일괄적이고 확고한 정책 방향을 천명**하고, 이를 통해 **'포괄적 작업환경 평가를 원하는 사업장이 있고, 실행할 수 있는 측정기관이 있다'**라면 누구든지 참여할 수 있도록 제도를 바꾸는 것(일정 기간은 기존 측정제도와 병행)에 대해 어느 정도 동의하십니까?

- ①매우 동의하지 않음
- ②대체로 동의하지 않음
- ③대체로 동의함
- ④매우 동의함

*문3-2. 교육 시스템 구축과 실행메뉴얼 개발

새로운 작업환경 평가제도의 설명과 교육을 위한 실행 매뉴얼(측정기관용, 사업장용, 근로감독용)개발과 **공적인 교육 시스템을 구축**하는 것에 대해 어느 정도 동의하십니까?

- ①매우 동의하지 않음
- ②대체로 동의하지 않음
- ③대체로 동의함
- ④매우 동의함

*문3-3. 초기 인센티브 부여

제도 시행 초기에 포괄적 작업환경평가를 수행하는 측정기관이나 사업장에 인센티브를 부여하여 참여를 유도하는 방안에 대해 어느 정도 동의하십니까?
(예; 측정기관 평가 시 가점부여, 참여 사업장의 작업환경 개선지원 등)

- ①매우 동의하지 않음
- ②대체로 동의하지 않음
- ③대체로 동의함
- ④매우 동의함

문3-4. 기타 적절한 제도정착 활성화 방안이 있으면 기록해 주시기를 바랍니다

‘포괄적 작업환경 평가’ 제도 설명자료

1. ‘포괄적 작업환경 평가제도’란 무엇인가?

- 기존의 ‘작업환경 측정’은 법에 규정한 192개 항목만을 대상으로 6개월 주기로 노출기준 초과 여부를 확인하는 측정(measurement)이 주된 목적이라면,
- ‘포괄적 작업환경 평가’는 평가대상과 주기를 특정하지 않고 모든 유해인자로 확대하여 유해인자를 인식하고(Identify) → 평가하고(Assessment) → 관리(Control)하는 포괄적 평가 개념임.
- 즉, 새로운 평가 모델은 기존 측정 제도의 목적인 노출기준 초과 유무를 확인하는 작업환경 측정 개념을 → 작업환경 평가와 관리 개념으로 패러다임을 전환하는 것으로 다음과 같은 방향을 제시하고 있음.
 - 평가대상을 법적인 측정 항목 외에 작업자 관점에서 위험성이 있고, 위험성평가가 가능한 모든 유해인자로 확대
 - 위험도 수준에 따라 측정 주기 조정 등 유해인자의 관리전략을 수립할 수 있도록 위험성평가 제도를 측정 제도에 접목
 - 단순히 노출기준 초과 여부를 판단하는 측정으로만 끝나지 않고 유해인자 관리와 작업환경 개선을 포함한 ‘포괄적 작업환경 관리제도’로 확대
 - 고용노동부와 사업주의 눈치를 보지 않고 작업자들이 느끼는 실제적인 문제점들이 측정 전략에 반영되기 위해 측정 전략 수립 과정에 노사가 참여

▶ 2. 기존 작업환경 측정과 어떤 차이가 있는가?

- ‘포괄적 작업환경 평가’는 법적으로 규정된 평가대상을 기술적으로 측정이 가능한 모든 유해인자로 확대되었으며, 평가의 주기, 평가대상 선정, 평가 방법 등 기술적인 내용 또한 정해진 규정 내에서만 측정했던 것을 전문가의 판단에 따라 다양한 방법을 적용할 수 있음.

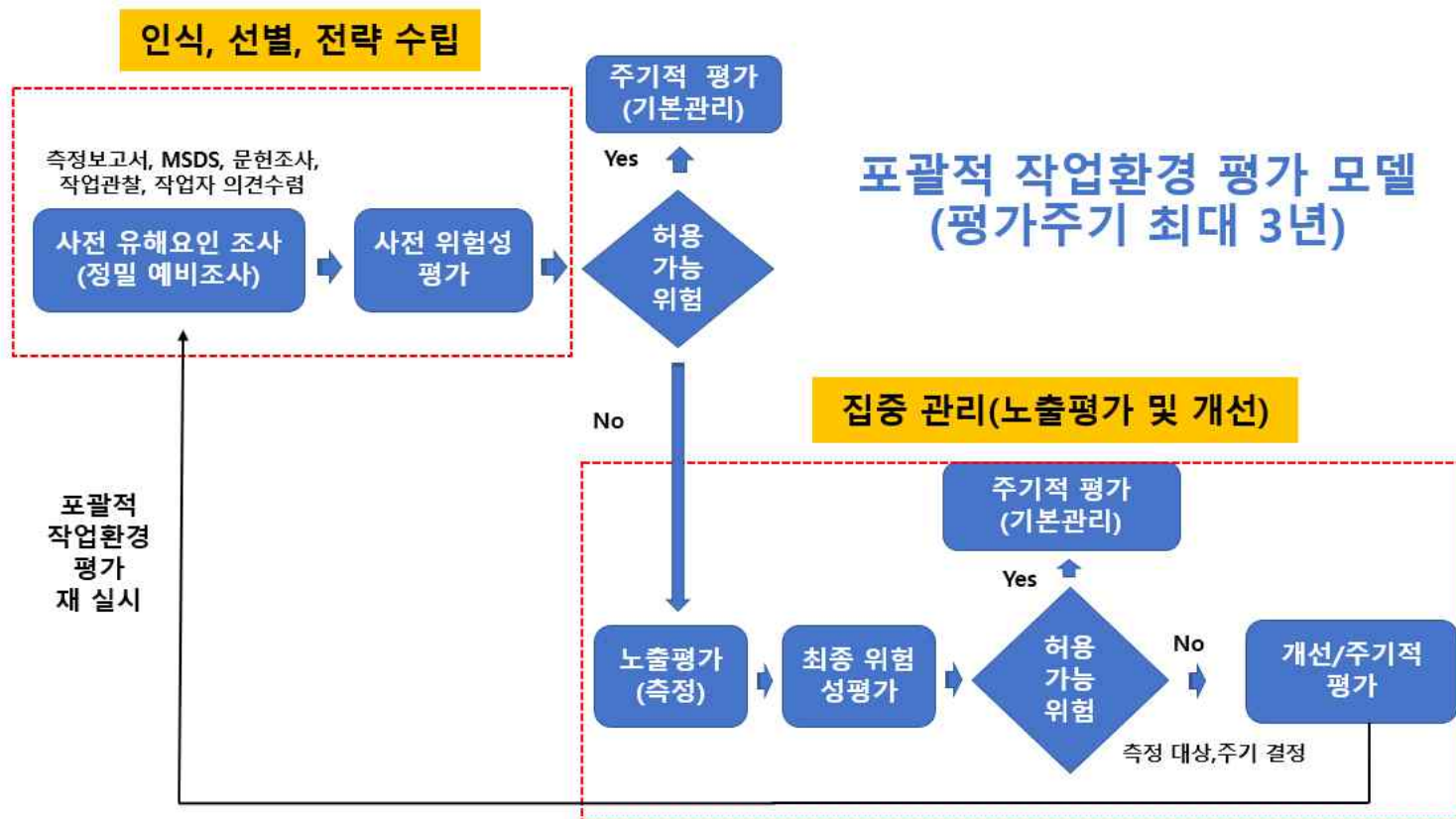
<표 1> 기존 작업환경 측정 제도와 포괄적 평가제도의 차이점 비교

구분	기존 측정 제도	새로운 포괄적 평가 제도
목적	법적 노출기준 초과 여부 판단	노출평가에 기반한 (포괄적) 유해인자의 위험성평가와 관리계획 수립
측정 대상	유해인자 192종으로 한정	기술적으로 측정이 가능한 모든 유해인자로 확대(측정이 불가능한 인자는 위험성평가로 대체)
측정주기	기본주기 6개월(3개월~1년 주기로 조정 가능)	전문가가 판단하여 위험성 정도에 따라 수시~최대 3년 주기로 다양하게 적용
측정기간	합의된 특정 기간(수일~수주)에만 측정 후 종결	최대 3년 기간 동안 작업 특성을 반영하여 전문가가 결정
측정 대상자 선정	전문가 의견은 거의 반영되지 않으며, 사업장 의견이 절대적인 영향을 줌	노·사 의견수렴과 작업관찰 후 전문가가 직접 선정
측정 계약기간	매 6개월 단위로 계약하여 매 주기 측정	최대 3년 주기로 계약할 수 있으며 기간 내 전문가가 측정 주기를 결정하여 평가
측정방법 선택여부	없음(현행 규정대로만 측정)	전문가가 판단하여 다양한 방법을 병행

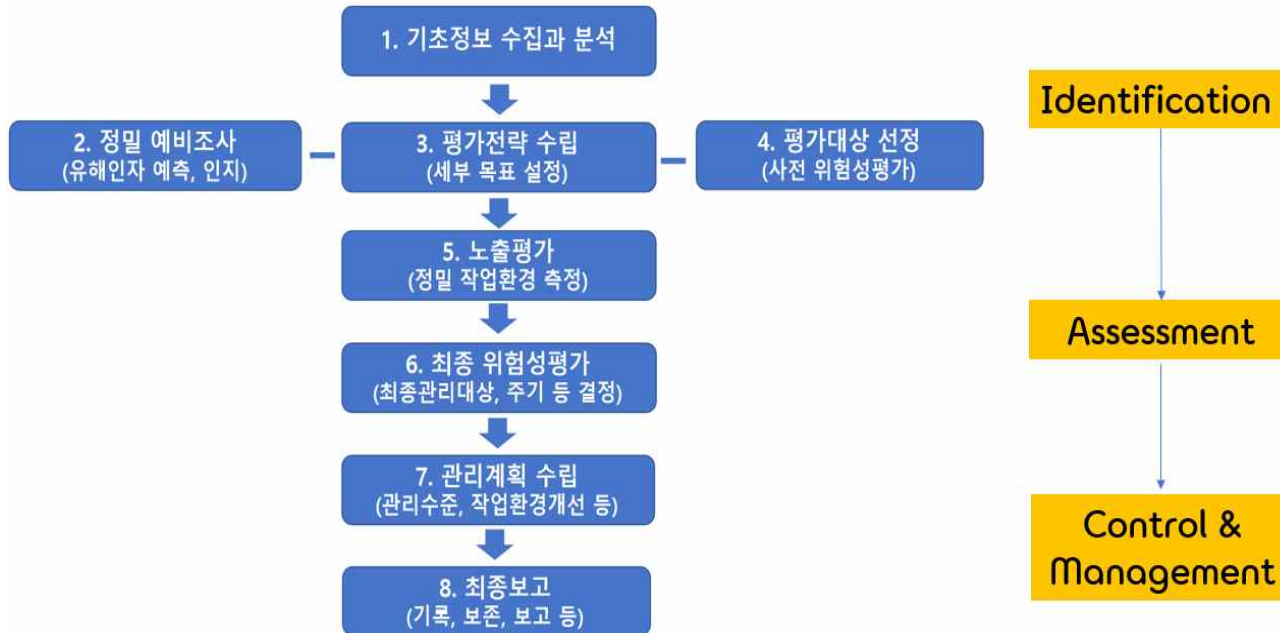
3. 어떤 절차로 이루어지나?

○ 포괄적 작업환경 평가 모델은 다음과 같이 총 8단계로 장기간(1~3년 주기) 진행하는 새로운 작업환경 평가제도임(그림2 참고).

- ① **기초 정보 수집(Information Gathering)** : 안전보건 관리체계, 작업 조직과 작업 내용, 작업조건, 작업자 특성, 유해인자 특성 등 위험성평가 및 관리에 필요한 기초 정보 수집과 분석
- ② **예비조사(Walkthrough Survey)** : 파악된 기초 정보를 현장 방문과 작업관찰을 통해 직접 확인하고 작업자 면담을 통해 작업 중 애로사항을 수집하며, 유해인자의 노출 범위와 노출시간 등을 파악
- ③ **전략 수립(Assessment Strategy)** : 작업관찰 등 예비조사 후 평가 목표와 전략, 평가 방법, 평가 일정 등을 포함한 평가 전략을 수립
- ④ **평가 대상 선정(Hazard Identification)** : 사전 위험성평가를 통해 노출평가가 필요한 유해인자를 선정하고, 최종 노사 의견을 수렴하여 측정 후보 물질의 목록을 작성
- ⑤ **노출평가(Exposure Assessment)** : 작업장 환경 시료(공기, 피부, 섭취 등), 생물학적 모니터링(BEI) 등의 평가 방법을 이용한 유해인자의 발생농도 및 작업자 노출농도를 평가
- ⑥ **최종 위험성평가(Risk Assessment)** : 유해인자의 노출평가 후 작업자 건강 영향의 가능성(빈도)과 중대성(강도)을 근거로 위험의 크기와 관리 수준 결정을 위한 최종 위험성을 평가
- ⑦ **관리계획 수립(Risk Management)** : 위험도 수준에 따른 관리 단계를 설정하고, 위험 단계별 관리계획 수립
- ⑧ **문서 기록, 보고, 보존(Recordkeeping and Reporting)** : 수집된 모든 정보와 평가된 모든 결과를 바탕으로 한 종합 보고서 작성, 보고, 기타 정보 보관



[그림 1] 포괄적 작업환경평가 모델



[그림 2] 포괄적 작업환경 평가 절차

연구진

연구 기관 : 노동환경건강연구소

연구 책임자 : 이윤근 (소장, 노동환경건강연구소)

연구 원 : 구동철 (대표, ㈜국일환경)

연구 원 : 김 원 (실장, 노동환경건강연구소)

연구 원 : 박미진 (실장, 노동환경건강연구소)

연구 원 : 이정화 (대표, ㈜사람과환경연구소)

연구 원 : 임영석 (대표, ㈜작업환경기술원)

연구 원 : 정태진 (대표, ㈜EHS프렌즈)

연구 원 : 최영은 (팀장, 노동환경건강연구소)

연구 원 : 최인자 (실장, 노동환경건강연구소)

연구 상대역 : 박해동 (연구위원, 직업환경연구실)

연구기간

2024.05. ~ 2024.11.

본 연구는 산업안전보건연구원의 2024년도 위탁연구 용역사업에 의한 것임

본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며,
우리 연구원의 공식 견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

산업안전보건연구원장

포괄적 작업환경평가 시범사업 운영 및 활성화 방안 연구
(2024-산업안전보건연구원-682)

발행일 : 2024년 11월 30일

발행인 : 산업안전보건연구원 원장 박승현

연구책임자 : 노동환경건강연구소 소장 이윤근

발행처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원

주소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400

전화 : 052-703-0883

팩스 : 052-703-0337

Homepage : <http://oshri.kosha.or.kr>

I S B N : 979-11-94453-44-4(93060)

공공인심글꼴 : 무료글꼴, 한국출판인회의, Kopub바탕체/돋움체