

KOSHA GUIDE

W - 20 - 2012

나노물질 제조·취급 근로자 안전보건에 관한 기술지침

2012. 6.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 산업안전보건공단 신현화
- 개정자 : 산업안전보건공단 유기호

- 제정 경과
 - 2009년 10월 산업위생분야 제정위원회 심의
 - 2009년 11월 총괄제정위원회 심의
 - 2012년 5월 총괄 제정위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영)

- 관련 규격 및 자료
 - Approaches to safe nanotechnology(미국 NIOSH NTRC, 2009)
 - 나노물질 제조·취급 작업 현장에서의 폭로방지를 위한 예방적 대응(일본 후생노동성, 2008)
 - 작업장 나노물질의 취급 및 사용에 대한 지침서(독일 BAUA, 2007)
 - 합성나노입자 위험관리를 위한 우수실용지침(캐나다 IRSST, 2008)
 - 유해물질 노출 나노입자의 모니터링기법 개발 및 노출연구(OSHRI, 2008)
 - 나노물질을 취급하는 작업장/연구실의 안전보건지침(기술표준원, 2009)

- 관련법규, 규칙, 고시 등
 - 「산업안전보건법」 제23조 (안전조치)
 - 「산업안전보건법」 제24조 (보건조치)
 - 「산업안전보건법」 제25조 (근로자의 준수사항)

○ 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2012년 6월 20일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

나노물질 제조·취급 근로자 안전보건에 관한 기술지침

1. 목적

이 지침은 「산업안전보건법」 제23조(안전조치), 제24조(보건조치), 제25조(근로자의 준수사항)에 따라 작업장에서 나노물질의 제조·취급에 따른 근로자의 건강장해 예방 및 안전을 위한 기준을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 나노물질을 제조·취급(이하 “취급”으로 한다)하는 사업주 및 근로자에 대하여 적용한다

3. 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

- (가) “나노입자(Nanoparticles)”란 1~100 nm 범위의 직경을 가진 입자를 말한다
- (나) “나노구조물질(Nanostructured material)”이란 나노크기의 입자를 포함하는 구조의 물질 또는 나노 입자가 응집된 것을 말한다.
- (다) “나노물질(Nano materials)”이란 입자의 크기가 3차원 중 적어도 1개의 차원 길이가 100 nm보다 작은 나노입자와 나노구조물질을 말한다.
- (라) “나노에어로졸(Nanoaerosol)”이란 공기 중에 부유하는 나노물질의 집합체를 말한다.
- (마) “극미세 입자(Ultrafine particles)”란 의도적으로 제조된 것이 아닌 연소, 용접 또는 디젤 엔진 가동 등의 과정에서 비의도적으로 생산된 나노크기의 입자를 말한다.

- (2) 그밖에 용어의 뜻은 이 지침에서 규정하는 경우를 제외하고는 「산업안전보건법」 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 「산업안전보건기준에 관한 규칙」에서 정하는 바에 따른다.

4. 관리대상 나노물질

이 지침에서 관리의 대상이 되는 나노물질은 원소 등을 원재료로 하여 만들어진 나노입자와 나노구조물질로 한다. 다만, 크기는 나노물질에 해당하나 자연, 인간 활동 및 사업장 등에서 비의도적으로 발생하는 연기나 흠 등 극미세 입자는 제외한다.

5. 나노물질의 노출작업 및 영향인자

5.1 나노물질의 노출작업

나노물질을 취급하는 과정에서 작업 근로자에 대하여 나노물질 노출 가능성이 높은 작업은 다음과 같다.

5.1.1 액체매질의 나노물질 사용 작업

- (1) 액체매질의 나노물질 사용으로 피부노출 위험이 있는 작업
- (2) 액체매질의 나노물질을 혼합, 급속한 교반 등으로 호흡기 흡입이 발생할 수 있는 작업
- (3) 호흡성 나노에어로졸을 형성하는 작업

5.1.2 기체 또는 분말 상태의 나노입자 발생작업

- (1) 밀폐되지 않은 상태에서 기체상태의 나노입자를 발생시키는 작업

(2) 나노구조의 분말을 취급하는 작업

5.1.3 유지·보수작업

(1) 나노물질의 생산 설비 등의 유지·보수작업

(2) 나노입자 포집 집진장치의 청소작업

5.2 나노물질의 노출 영향인자

나노물질의 취급에 있어 근로자의 노출에 영향을 미치는 인자는 다음과 같다.

(1) 나노물질의 취급의 양

(2) 나노물질의 사용 및 노출시간

(3) 나노물질의 공기 중 농도

(4) 나노물질의 입자의 크기 및 형태

(5) 인체의 노출부위 등

6. 나노물질의 취급 근로자 안전보건 조치사항

6. 1 일반사항

- (1) 근로자의 안전보건을 위한 조치사항은 유해·위험성 평가결과에 따라 결정되고, 조치하여야 한다.
- (2) 나노입자 또는 나노 구조물질은 상대적으로 일반적 마이크로미터 범위의 입자와는 인체에 대한 영향이 다를 수 있으므로 기존의 노출기준이 있는 물질은 이 보다 강한 수준으로 관리하여야 하며, 근로자 노출을 최소화하여야 한다.

6. 2 작업환경관리

- (1) 나노물질의 취급공정은 나노물질이 근로자에게 노출되지 않도록 설계단계부터 근원적인 조치가 이루어져야 한다.
- (2) 나노물질을 취급하는 설비는 밀폐구조로 설치하여야 한다. 다만, 밀폐가 불가능한 경우에는 자동화 등의 조치 또는 작업과 관리공간이 격리되도록 배치하여야 한다.
- (3) 나노물질을 취급하는 밀폐설비의 내부는 음압을 유지하도록 하여 나노입자가 작업장에 확산되지 않도록 한다.
- (4) 나노물질 취급 작업 장소에는 국소배기장치 등 환기설비를 설치하여 발생되는 나노물질을 배기하여야 한다.
- (5) 환기설비를 설치할 경우는 입자, 에어로졸, 증기 또는 가스 등의 상태를 고려하여 공기정화장치를 설치한다.
- (6) 공기정화장치로부터 배출되는 공기는 작업장의 내부로 재 유입되지 않도록 배기구를 작업장 외부에 설치하여야 한다.

6. 3 작업관리

- (1) 나노물질을 취급하는 작업 장소에서는 다음의 내용을 포함하는 표준 작업 관리지침을 제정하고, 작업 근로자가 준수하도록 한다.
 - 1) 표준작업 절차
 - 2) 유해·위험성 및 예방 조치사항
 - 3) 환기장치의 가동 절차 및 요령
 - 4) 보호구 착용 및 관리방법
 - 5) 나노물질 노출방지를 위한 조치사항 등

- (2) 분말 나노물질은 액체 또는 고체 매개물에 응집시켜 관리한다. 기술적으로 가능한 경우 분말 대신 분산, 반죽형태(Paste), 또는 화합물 형태로 사용한다.
- (3) 나노물질을 취급하는 작업 장소에는 관계자 외의 출입을 금지시키고, 출입하는 근로자에 대하여는 안전보건 조치사항 교육을 실시하여야 한다.
- (4) 나노물질 취급업무에 종사하는 근로자는 전용의 작업복을 착용하도록 하여야 하며, 작업복과 개인 의복은 분리하여 보관한다.
- (5) 나노물질 취급 작업장은 기류이동에 따른 입자의 비산을 방지하기 위한 조치를 하여야 한다.
- (6) 작업장내에 퇴적 또는 누출된 나노물질을 제거하는 경우에는 고성능필터의 진공청소기 등 흡입장치를 사용하거나 정전기의 발생 등을 예방할 수 있도록 젖은 천으로 닦아내도록 하고 흩날리게 제거해서는 안 된다.
- (7) 나노물질을 취급하는 장소에서는 음식물의 저장, 섭취, 흡연 등을 금지한다.
- (8) 발생되는 폐기물 및 청소 걸레 등은 지정된 밀폐된 장소에 보관하고, 규정된 절차에 따라 처리한다.
- (9) 나노물질을 취급하는 작업장에는 손과 피부를 씻을 수 있는 세척설비를 갖추어야 하며, 옷이나 피부에 부착되어 나노물질이 다른 장소로 비산 전파되는 것을 막기 위하여 목욕 및 세탁 설비 등도 설치한다.

6. 4 건강관리

- (1) 나노물질을 취급하는 근로자에 대하여는 특수건강진단기관을 통하여 건강진단을 실시한다.
- (2) 건강진단에는 간장, 신장, 조혈기능, 폐기능 및 피부장해 등에 대한 검사와

나노물질 성분에 따른 표적장기에 대한 검사가 이루어져야 한다.

- (3) 건강진단에는 나노물질의 대사산물 등에 대한 생물학적 모니터링 방법을 이용할 수 있다.
- (4) 건강진단기록은 5년 이상 보관하고, 검진결과 건강이상 소견이 발견된 근로자에 대하여는 작업전환, 근무 중 치료 등의 적절한 사후관리를 한다.

6. 5 개인보호구

- (1) 나노물질을 취급하는 근로자는 호흡기 노출을 방지하기 위하여 특급이상의 개인전용 호흡용보호구를 착용하여야 한다.
- (2) 근로자의 피부노출을 방지하기 위한 보호장갑은 나노물질의 피부 부착을 방지할 수 있는 재질의 보호구를 사용하여야 한다.
- (3) 작업 근로자의 눈을 보호하기 위하여 고글형 보호안경을 착용하도록 한다.
- (4) 나노물질을 취급하는 작업에 종사하는 근로자는 전용의 개인보호의를 착용하여야 한다.
- (5) 개인보호구의 수는 종사근로자 수 이상으로 비치하고, 보호구함 등을 설치하여 관리하여야 한다.
- (6) 나노물질에 오염된 개인보호구를 작업장 밖으로 반출할 경우는 밀봉하여 나노물질이 근로자에게 노출되지 않도록 하여야 한다.

6. 6 안전관리

- (1) 분말상 나노물질은 입자의 비표면적이 크므로 폭발성과 인화성을 가질 있으므로 화재와 폭발 예방에 필요한 조치를 취하여야 한다.
- (2) 분말상 나노물질은 비표면적이 커서 촉매작용을 통하여 통제불능의 반응을

유발 할 수 있으므로 취급전에 이에 대한 위험을 사전에 시험하고, 파악된 위험성에 대하여 예방조치 후에 작업을 실시하여야 한다.

- (3) 가스상 나노물질에 대하여는 불활성 가스를 충전하거나 수분이 제거된 상태로 저장하는 등 화재와 폭발 등의 위험을 예방하기 위한 조치를 취하여야 한다.
- (4) 금속 나노물질은 산화 또는 폭발의 위험성이 있으므로 공기와의 접촉을 차단하는 등의 조치를 한다.
- (5) 나노물질을 취급하는 과정에서 다량의 불활성가스를 사용하는 경우 누출에 의한 질식사고 위험성이 있으므로 해당가스에 대한 측정장비를 구비하여 주기적인 측정을 실시하고, 이에 대한 안전조치를 취하여야 한다.
- (6) 나노물질을 제조하는 과정에서 고전류를 이용하여 플라즈마를 발생시키고 이를 이용하는 경우 감전 예방 조치를 취하여야 한다.

6. 7 안전보건교육

- (1) 나노물질을 취급하는 근로자에 대하여는 나노물질의 특성, 유해 가능성 및 잠재적 건강장해 영향, 작업 시 주의사항, 노출방지 및 안전대책 등에 대하여 안전보건교육을 실시하여야 한다.
- (2) 나노물질 취급 근로자에 대하여 안전보건교육을 실시한 경우 이를 기록하고 보관 관리한다.

6. 8 저장 및 폐기

- (1) 나노물질의 저장 또는 폐기물 처리는 유해성과 양 등을 고려하여 저장 등의 계획을 수립하고 준수한다.
- (2) 나노물질 폐기물은 전용의 용기에 보관하였다가 나노물질 전문가의 지도를 받아 처리한다.