

KOSHA GUIDE

H - 172 - 2015

## 아스팔트 도로포장 작업자의 보건관리지침

2015. 11

한국산업안전보건공단

## 안전보건기술지침의 개요

o 작성자 : 부산가톨릭대학교 문찬석

o 제·개정 경과

- 2015년 11월 산업위생분야 제정위원회 심의(제정)

o 관련규격 및 자료

- 한국산업안전보건공단. 보건분야-보고서 연구원 2006 화학물질 노출기준 개정 연구, 아스팔트 흡(Asphalt fume), 2006
- 한국산업안전보건공단. KOSHA GUIDE H-159-2014 호흡보호구의 올바른 착용 방법 및 관리에 관한 지침, 2014
- 한국산업안전보건공단. KOSHA GUIDE H-125-2013 콜타르와 콜타르 피치 노출 근로자의 보건관리지침, 2013

o 관련법규·규칙·고시 등

- 산업안전보건법 제24조, 제41조, 제42조, 제42조의2, 제43조, 제43조의2
- 산업안전보건법시행령 제32조의2
- 산업안전보건법시행규칙 제 92조의2~9, 제93조, 제93조의 2~4, 제98조, 제98조의 2, 3, 제 99조, 제99조의 2, 4, 제100조

o 기술지침의 적용 및 문의

- 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지([www.kosha.or.kr](http://www.kosha.or.kr))의 안전보건기술지침 소관분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
- 동 지침 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2015년 12월 7일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

## 아스팔트 도로포장 작업자의 보건관리지침

### 1. 목적

이 지침은 산업안전보건법(이하 “법”이라 한다.) 제 24조(보건조치), 제 39조(유해인자의 관리 등) 및 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다.) 제 3편(보건기준) 제 1장(관리대상 유해물질에 의한 건강장해의 예방)과 제 2장(허가대상 유해물질 및 석면에 의한 건강장해의 예방)의 규정에 의하여 아스팔트흙 및 고열한랭환경에 노출되는 근로자를 대상으로 발생할 수 있는 건강장해 등을 예방하는 데 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

### 2. 적용 범위

이 지침은 아스팔트 도로포장 작업에 적용한다

### 3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “아스팔트”라 함은 원유를 정제하고 난 후 남은 찌꺼기 부분의 고체 또는 반고체의 흑갈색 탄화수소 화합물을 말한다.

(나) “발암물질”이라 함은 암을 일으키거나 그 발생을 증가시키는 물질이며, 고용노동부의 발암성 1(A, B)과 2인 물질을 용량비율 0.1% 이상 함유한 제제를 말한다.

(다) “다환방향족탄화수소(polycyclic aromatic hydrocarbons, PAHs)”라 함은 둘 이상의 벤젠 고리를 가지고 있는 탄화수소류를 말한다. 세계보건기구(WHO) 산하 국제 암 연구 센터(IARC)가 지정한 1급 발암물질인 벤젠 등 각종 발암물질과 신경 독성 물질 등 인체에 특히 해로운 유해물질을 통칭한다. 아세나프텐, 벤조피렌, 나프탈렌, 안트라센, 크리센 등이 있다.

(라) “호흡용보호구”라 함은 쿨타르 피치의 흡입으로 인한 건강장해 예방 또는 유해물질로 오염된 공기 등을 흡입함으로써 발생할 수 있는 건강장해를 예방하기 위하여 고안된 보호구를 말한다

(마) “밀착도 검사(fit test)”라 함은 착용자의 얼굴에 호흡보호구가 효과적으로 밀착되는지 확인하기 위한 검사를 말한다.

(2) 그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙 및 관련 고시에서 정하는 바에 의한다.

#### 4. 아스팔트 도로포장의 구조

(1) 아스팔트 포장의 구조는 일반적으로 잘 다져진 노상면 위에 놓이는 보조 기층, 기층, 중간층 및 표층의 순서로 구성되는 차도부의 포장층과, 이에 접속되는 길 어깨로 구성되어 있다.

(2) 도로는 포장을 설계할 때 기초가 되는 부분을 말하며, 포장밀 약 1 m의 부분이 이에 해당된다.

(3) 보조기층은 노상 위에 놓이는 층으로 상부에서 전달되는 교통 하중을 분산시켜 노상에 전달하는 중요한 역할을 하는 부분이다. 따라서, 보조기층은 노상의 허용지지력 이하로 저감분포하기에 분한 강도와 두께를 갖는 내구성이 풍부한 재료를 잘 다진 것이어야 한다.

(4) 기층은 보조기층 위에 있어 표층에 가해지는 하중을 분산시켜 보조기층에 전달함과 동시에 교통하중에 의한 전단에 저항하는 역할을 하는 부분이며, 중간층은 기층위에서 그 요철을 보정하고 표층에 가해지는 하중을 균일하게 기층에 전달하는 역할을 담당하는 부분이다.

(5) 프라임코우트는 보조기층, 입도조정 기층 등에 침투시켜 이들 층의 방수성을 높

이고, 그 위에 포설하는 아스팔트 혼합물 층과의 부착을 좋게 하기 위해 보조기층 또는 기층위에 역청재료를 살포한 것을 말한다.

- (6) 텍코우트는 아스팔트 혼합물 간이나 교량, 고가차도 등의 슬래브와 아스팔트 혼합물과의 부착을 좋게 하기 위해 표면에 역청재료를 살포한 것을 말한다.
- (7) 표층은 포장의 최상부에서 차량에 의한 마모, 박리, 전단에 저항하는 부분으로서 방수성이 우수한 것이어야 한다. 표층은 평탄하고 미끄럽지 않은 성상을 갖고 있어야 한다.

## 5. 포설용 장비

- (1) 포설 장비로서 중요한 것은 아스팔트 살포의 아스팔트 디스트리뷰터 또는 아스팔트 스프레이어, 혼합물 포설의 아스팔트 피니셔, 다짐장비 등이 있으며, 이들의 주요기능은 다음과 같다.
  - (가) 아스팔트 디스트리뷰터는 역청재료를 트럭 또는 트레일러의 보온탱크에 채워 일정속도로 주행하면서 뒷부분의 스프레이 바로부터 노면에 역청재료를 균일하게 살포하는 장비이다. <그림 1> 최초로 표면에 살포하는 작업을 프라임코트라 하고, 아스팔트혼합물과 부착하기 좋게 살포하는 작업을 텍코우트라하며, 노후된 포장면 위에 살포하는 작업을 쉘코트라 하는데 이것들은 일종의 접착제 역할을 한다. 규격은 아스팔트탱크의 용량(L)으로 표시한다.
  - (나) 아스팔트스프레이어에는 엔진스프레이어와 핸드 스프레이어가 있다. 대부분의 스프레이어는 단일 노즐을 선단에 설치한 핸드바를 인력으로 조작하면서 작업을 하기 때문에 취급은 간단하나 단위시간당 작업량이 적으므로 좁은 면적의 작업에 적합하다.
  - (다) 아스팔트피니셔에는 크로울러형과 휠형이 있으나, 어느 것이나 혼합물 포설 두께의 조절과 평탄성을 확보하는 구조는 같은 원리로 되어 있다. 피니셔는 일반적으로 혼합물을 받는 호퍼, 혼합물을 뒤쪽으로 보내는 피이더, 보내어



<그림 1> 아스팔트 디스트리뷰터(한국산업안전보건공단. 2009-C-E18-01, 18. 아스팔트살포기)

진 혼합물을 균일하게 좌우로 배분하는 스크류 스크레더, 혼합물을 스크리이드 아래로 밀어 넣어 다지는 탬퍼 및 혼합물의 층두께를 조절하여 표면을 고르는 스크리이드를 갖추고 있다.<그림 2> 아스팔트 피니셔는 포설과 동시에 어느 정도의 다짐을 하며, 다짐방법에는 탬퍼의 상하운동으로 다지는 것, 스크리이드의 진동으로 다지는 것, 두 가지 모두를 병용한 형 등 세가지 형이 있다.



<그림 2> 아스팔트 피니셔(한국산업안전보건공단. 2009-C-E17-01, 17. 아스팔트 피니셔)

(라) 다짐 로울러는 공사의 막바지에 지반이나 지층을 다지는 기계이며 로울러는

주행속도가 느리므로 타 건설기계에 비해 방열기 용량이 크고 전후진을 자주하므로 전, 후진 장치가 변속기 내에 있지 않고 따로 설치되어 있으며, 자체중량은 5톤급 장비가 주로 사용된다. 로울러의 종류에는 탠덤 로울러, 머캐덤 로울러, 타이어식 로울러, 로드 로울러 등이 있다. <그림 3>

- ① 탠덤 로울러는 2륜식과 3륜식이 있으며, 포장의 완성다짐이나 차가운 아스팔트다짐에 사용된다.
- ② 머캐덤 로울러는 3륜 자동차와 같은 형으로 작업의 직진성을 위해 차동 제한 장치가 있으며 가열포장 아스팔트 재료의 초기다짐에 사용된다.
- ③ 탬핑 로울러는 강판으로 된 드럼에 돌기를 50~150개 정도 부착하여 돌기에 의해 강력한 다짐효과를 낸다.
- ④ 진동 로울러는 자체 중량 0.5~0.6톤 정도로 로울러와 휠식 도우저가 조합되거나 로울러 자체에 주행장치가 있으며 기계식, 유압식, 전자식, 공기식, 기진 장치가 부착된다.
- ⑤ 타이어식 로울러는 공기타이어의 특성을 이용하여 흙이나 아스팔트를 반주하여 다지는 기계이며, 아스팔트 포장 2차 다듬질에 효과적으로 사용되며 기동성이 좋다.
- ⑥ 로드 로울러는 자체중량에 의하여 흙이나 아스팔트를 평면으로 다지는 일을 한다.

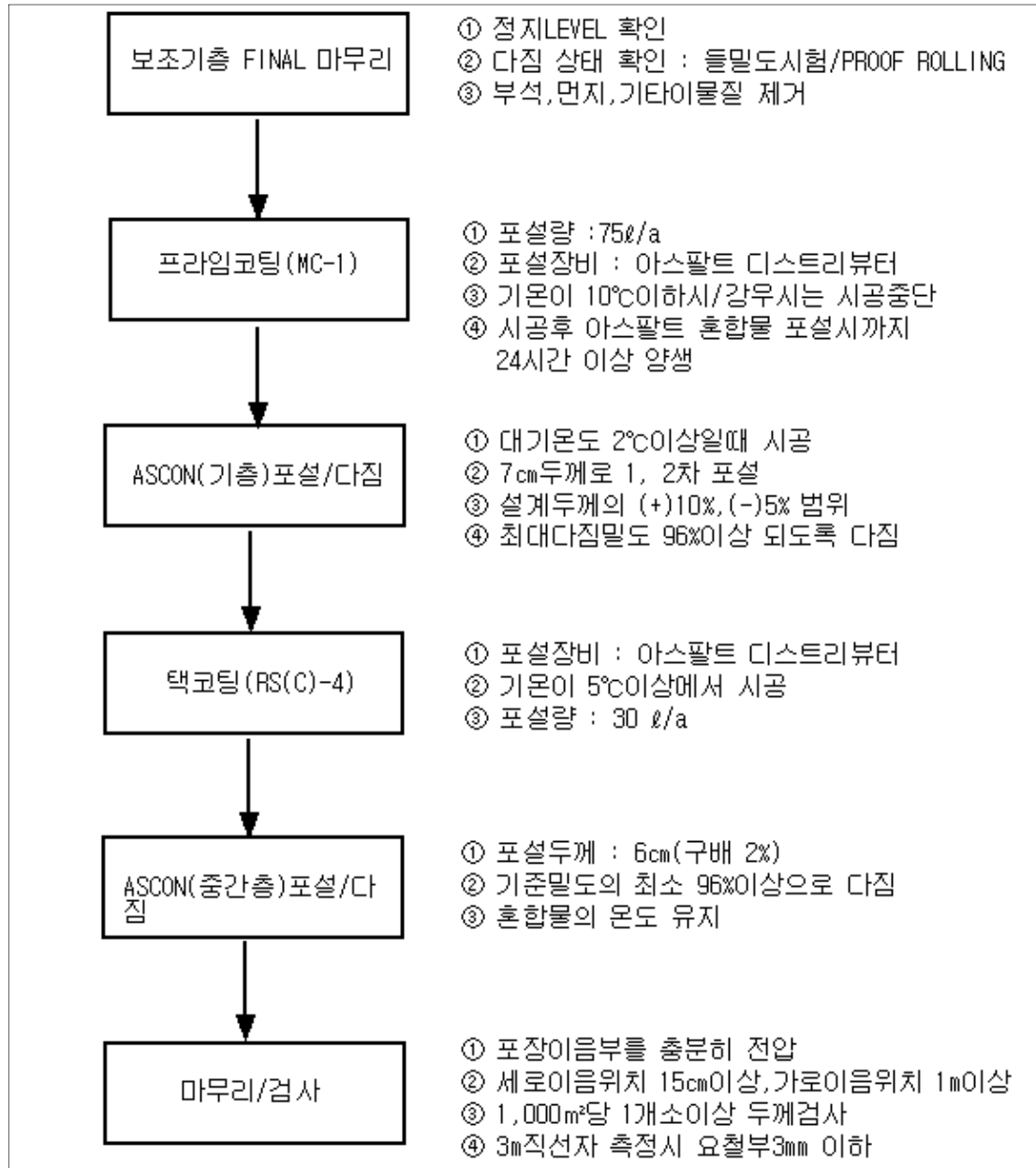
## 6. 아스팔트 도로포장의 시공순서

- (1) 도로포장의 전형적인 시공순서를 흐름도로 나타내면 <표 1>과 같다.



<그림 3> 다짐 로울러의 종류(상좌: 타이어식로울러, 상우: 진동타입로울러, 하좌: 머캐덤로울러, 하우: 탠덤로울러) (한국산업안전보건공단. 보건분야-보고서 연구원 2006 화학물질 노출기준 개정 연구, 아스팔트 흡(Asphalt fume), 2006)





<표 1> 도로포장의 시공순서 (한국산업안전보건공단. 보건분야-보고서 연구원 2006 화학물질 노출기준 개정 연구, 아스팔트 흙(Asphalt fume), 2006 / 한국건설기술연구원, 2006)

(가) 포설전의 기층 또는 중간층의 점감·청소는 혼합물을 포설하기 전에 기층 또는 중간층 표면의 먼지, 진흙, 뜯돌 등을 제거하고 결합재의 과부족 등으로 안정되지 않는 곳, 지하수 등으로 부분적으로 연약해진 곳, 동결되어 있는

곳, 또는 요철 등이 없는지 점검해서 다시 손질하는 것을 말한다.

(나) 프라임코팅은 일종의 접착제 역할을 하는 것으로 최초에 표면에 살포하는 작업을 말한다.

(다) 아스팔트 기층포설과 다짐은 프라임코팅 위에 아스팔트를 2회에 걸쳐 포설 (1차 7cm, 2차 7cm)하고, 각 층마다 최대 깊이까지 최대 다짐밀도의 96% 이상이 되도록 다지는 것이다. 기층의 마무리에 앞서 타이어 로울러로 3회 이상 프루프롤링 실시한다.

(라) 택코팅은 밀층(아스팔트기층)과 그 위의 포설하는 아스팔트혼합물과의 부착을 좋게하기 위하여 시행한다. 택코팅의 역청재료로서는 유화 아스팔트 (RS-(C)-4 또는 RS(A)-4), 컷트백아스팔트(RC-O, RC-1) 등이 사용된다.

(마) 중간층 포설은 혼합물이 식기전에 포설을 완료하는 것이 가장 중요하며 이때의 혼합물의 온도는 120℃이하가 되지 않도록 한다.

(바) 다짐은 포설작업이 끝나면 즉시 다지는 작업을 말하여 이때 로우드로울러, 타이어 로울러 등을 사용한다. 다짐작업은 이음다짐, 1차다짐, 2차다짐, 마무리다짐 순으로 행한다.

① 이음다짐: 가로방향이음, 세로방향이음 및 구조물과의 접속부는 밀도가 낮아지기 쉽다. 그 결과로 단차, 균열 등의 현상이 나타나기 쉬우므로 분히 다져 밀착시켜야한다.

② 1차다짐: 보통 로우드로울러(보통 8t)로 행하며 1차다짐은 2회(1왕복) 정도로 좋다.

③ 2차다짐: 2차다짐은 1차다짐에 계속해서 실시하여야 한다. 이때는 타이어 로울러를 사용하는 것이 좋으며, 경우에 따라서 8t 이상의 머캐덤로울러를 사용해도 좋다.

- ④ 마무리다짐: 마무리다짐은 탠덤로울러 또는 머캐덤로울러를 사용하여 로울러 자육을 없앨 수 있는 동안에 실시한다.

## 7. 아스팔트흙의 인체유해인자

- (1) 벤젠 용해성 분진은 파라핀, 시클로파라핀, 일~삼환 방향족과 같이 크게 해롭지 않은 탄화수소물이 대부분이다. 다환방향족탄화수소(Polycyclic aromatic hydrocarbon, PAHs)는 0.05%미만에 그치는 것으로 알려져 있다.
- (2) 아스팔트 중간값에 대한 연구에서 알려진 분진은 대부분 무기성 분진인데 0.15~3.46 mg/m<sup>3</sup> 수준인 것으로 알려져 있다.
- (3) 아스팔트 포장 자동차에서 노출도 연구되었으며, 휘발성이 높은 아스팔트의 경우 0.25~12.60 mg/m<sup>3</sup> 정도가 배출되는 것으로 알려져 있다.
- (4) 통상적인 도로 포장작업에서 작업 방식, 기상 상태, 도로 포장 시 아스팔트 온도 등에 따라 달라질 수 있지만, 작업으로 노출되는 평균적인 아스팔트 흙의 농도는 평균 10~200 ng/m<sup>3</sup>이고 벤조(a)피렌은 0.1~2 mg/m<sup>3</sup> 정도이다.
- (5) Hicks 등(1995)은 131개의 작업 후 피부 표재시료를 이용해 도로포장 현장, 뜨거운 혼합 아스팔트 제조사, 원유 정제 공장, 지붕 제조 공장, 지붕 수선 시 노출되는 PAH 16여종을 분리 확인하였다. <표 2>
- (6) 고속도로 건설 근로자들을 대상으로 PAHs를 조사한 결과 도로 포장기계 운전자 > 미장이 > 경작공 > 로울러 운전공 순서로 높다.
- (7) 표재성 PAHs 노출은 아스팔트에 오염된 표면에 실제로 노출된 작업에 비례하여 증가하며 가장 높은 것은 땅고르기 작업자(grader) > 미장이(plasterer) > 도로포장 기계 운전자 > 로울러 운전공 순서이다. 도로포장공(Paver)들이 미장이나 도로 건축인부에 비해 상대적으로 재할 아스팔트를 많이 다루므로, PAHs에 많이 노출되는 것으로 보인다.

Acenaphthene  
 Anthracene  
 Benz(a) anthracene  
 Benzo(a)pyrene  
 Benzo(b)fluoranthene  
 Benzo(e)pyrene  
 Benzo(ghi)perylene  
 Benzo(k)fluoranthene  
 Chrysene  
 Dibenz(a,h)anthracene  
 Fluoranthene  
 Fluorene  
 Indo(1,2,3-cd)pyrene  
 Naphthalene  
 Phenanthrene  
 Pyrene

<표 2> 131개 피부 표재시료를 통해 분석된 PAHs(한국산업안전보건공단. 보건분야-보고서 연구원 2006 화학물질 노출기준 개정 연구, 아스팔트 흠(Asphalt fume), 2006)

## 8. 도로포장 작업시 유해요인 발생 주요공정

### 8.1 아스팔트 흠

- (1) 도로포장 작업시 아스팔트흠에 가장 높게 노출될 수 있는 작업자는 트럭으로 운반되어 온 아스콘을 받아 처음 도로에 포설하는 장비를 운전하는 피니셔 운전자와 피니셔 장비를 보조하는 보조 작업자들이다.
- (2) 일단 피니셔 장비를 이용하여 도로에 아스팔트가 포설되고 나면 바로 이어서 머캐덤롤러와 타이어롤러, 그리고 탠덤롤러 순으로 다짐용 롤러가 투입되게 되는데 우선순위가 빠른 운전자는 후순위 롤러 운전자에 비해 아스팔트흠에 노출되는 정도가 높아진다고 볼 수 있다.

- (3) 도로의 가장자리 등 피니셔를 이용하여 아스콘 포설이 곤란한 좁은 지역의 경우 밥켓이라는 건설장비를 이용하여 아스콘을 도로에 깔게 되는데 이 장비를 운전하는 작업자 역시 피니셔 보조 작업자 정도의 아스팔트흙에 노출된다고 볼 수 있다.

## 8.2 직사광선, 고열 및 한랭 환경

- (1) 기온에 의한 고열환경에 의하여 피니셔로 아스콘을 도로에 포장할 때 또는 밥켓 및 다짐로울러 (타이어식로울러, 진동타입로울러, 머캐덤로울러, 탠덤 로울러) 작업시 작업자가 직사광선 및 아스콘의 고열에 노출될 수 있다.
- (2) 상기의 작업시에 빛에 대한 감각반응에 의하여 주로 얼굴, 상완 등의 노출부위에 일광 혹은 자외선의 노출이 일어난다.
- (3) 도로상의 한랭환경에 의하여 동상이나 전신저체온증이 발생할 수 있다.

## 9. 아스팔트 도로포장 작업자들의 유해요인 노출 경로

- (1) 작업자의 아스팔트흙에 대한 노출경로는 공기 중으로 발생된 흙과 증기 형태로 흡입을 통한 노출이나 피부를 통한 노출이다.
- (2) 모든 아스팔트 제품은 가열 시 증기 상 물질이 방출되게 되는데 방출된 증기 상 물질이 식어 농축이 이루어진 물질이 흙의 형태로 존재하게 된다.
- (3) 공기 중으로 발생된 증기상 물질은 모두 한꺼번에 냉각 응축되는 것이 아니기 때문에 아스팔트 취급 작업자의 경우 아스팔트흙 뿐만 아니라 증기상 물질도 동시에 노출된다고 보아야 한다.
- (4) 작업자들의 직업적인 노출은 반복적으로 아스팔트에 피부가 노출되거나 뜨거운 아스팔트를 실수로 쏟았을 때 아스팔트 흙을 들이 마신 경우에 발생할 수 있다.
- (5) 아스팔트에서 발생된 증기와 흙의 물리적 특성은 아직까지 잘 밝혀져 있지 않음

며, 흙의 경우도 물질의 특성자체가 점성이 있어 공기중으로 발생하는 흙의 입자분포를 규명하고 있는 자료는 거의 없다.

## 10. 유해인자에 대한 생체노출지표

아스팔트흙에 노출되었을 경우, 생물학적 노출지표로 요중 티오에테르(thioether), 요중 글루카릭산(Glucaric acid), 돌연변이원성 활성도, 자매 염색분체 교환정도 (Sister chromatid exchange, SCE), 요중 1-히드록시피렌(1-Hydroxypyrene), DNA adduct가 사용되고 있다.

## 11. 인체 독성 및 유해성

### (1) 피부 및 눈의 자극

결막과 상기도의 점막 자극증상이 아스팔트 도로 포장자에서 많이 발견된다. 비강 및 인후두 자극감, 두통, 기침등 경한 수준의 일시적인 증상이 발견된다. 점막 자극 증상에 더해 피부 자극감, 간지러움증, 발진, 오심, 복통, 식욕감퇴, 두통, 피로도 함께 나타날 수 있다.

### (2) 화상

도로포장 중 아스팔트는 화상을 일으키며, 아스팔트 자체로 알러지성 피부반응을 일으켜 접촉시 발진, 여드름 등 습진양 병변을 일으킬 수도 있다. 이는 용접작업과 같이 햇빛이나 자외선 노출 시 더욱 악화될 수 있다.

### (3) 호흡기계 질환

아스팔트 도로포장공에서 눈의 자극감, 위염, 피부 자극감 호소율이 유의하게 높은 것으로 나타났다. 또한 두통, 어지러움증, 불면, 식욕감퇴, 폐기능 감소 등이 보고되고 있다. 아스팔트흙은 코, 인후, 폐를 자극하여, 노출 이후 기침이나 인후통, 객담이 증가한다. 반복해서 흙에 노출되면 기관지염과 폐기종이 발생할 수 있다. 아스팔트흙에는 이황화수소가 함유되어 있는데, 반복 노출되면 어지러움증,

간질발작, 혼수, 사망에 이를 수 있다. 아스팔트흙이나 증기에 노출되었을 때 인체 기도에 대한 역학연구는 드문 편이다.

#### (4) 발암성

국제 암 연구소(International Agency for Research on Cancer, IARC)에서는 아스팔트 그 자체는 그룹 3으로 인체에 대한 발암성을 분류할 수 없고, 단지 증기나 공기 중에 분리되어 나오는 아스팔트흙은 그룹 2B로 인체에 대한 발암성을 나타낼 가능성이 낮다고 하였다. 아스팔트는 콜타르에 비해 상대적으로 다환방향족 탄화수소의 양이 적은 것으로 알려져 있다. 가장 문제가 되는 암은 폐암, 피부암, 방광암과 같은 직업성 암이며, <표 3> 이와 함께, 방광암, 신장암 및 비뇨기계 암도 나타나는 것으로 보고 있다.

#### (5) 고열, 한랭 환경 및 직사광선

직사광선과 높은 기온이 나타나는 환경에서 작업하는 경우 열사병, 열탈진, 열경련, 열허탈, 열피로, 열발진 등의 증상이 나타날 수 있다. 직사광선에 의하여 동통, 눈물, 충혈, 이물감을 수반하는 광각막염, 결막염, 백내장이 나타날 수 있다.

UV에 의한 피부 영향으로 30분 이상 뜨거운 태양광선에 피부를 쬘이면 홍반반응(Sun burn 현상)을 비롯한 통증, 부종, 수포가 나타날 수 있다. 일광화상반응은 4~8시간의 잠복기를 거쳐 홍반반응이 나타난 후 심할 경우 두통, 오한, 발열, 오심 및 쇼크의 발생이다. 자외선에 의한 피부의 색소침착, 피부노화, 피부암이 나타날 수 있다. UV에 계속적으로 노출될 경우 면역 저하가 발생할 수 있다.

기온에 의한 한랭환경에 의하여 동상 및 저체온증이 나타날 수 있다.

## 12. 아스팔트 도로포장 작업자의 건강장해 예방조치

### 12.1 작업 환경 관리

아스팔트흙의 발생 및 고열, 한랭 작업에 대하여 다음 내용을 포함하는 작업관리 방법을 마련하여 작업 근로자가 이에 따라 작업하도록 한다.

- (1) 아스팔트흡이 발생하는 작업 장소에는 관계자 외의 출입을 금지시키고, 출입하는 근로자에 대하여 안전보건 조치사항 등을 주지시킨다.
- (2) 아스팔트흡이 인체에 미치는 영향, 취급상 주의사항, 착용하여야 할 보호구, 응급조치 및 긴급 방재요령을 게시한다.
- (3) 근로자는 전용의 작업복을 착용하도록 하여야 하며, 작업복과 개인 의복은 분리하여 보관한다. 작업복은 손목, 손 등을 보호할 수 있는 충분한 길이여야 한다. 일을 할 때는 항상 깨끗한 작업복을 착용하도록 한다. (아스팔트에 심하게 오염된 작업복을 계속해서 입지 않도록 한다.)
- (4) 음식물의 저장, 섭취, 흡연 등을 금지한다.
- (5) 발생하는 폐기물 및 청소 걸레 등은 지정된 밀폐 장소에 보관하고, 규정된 절차에 따라 처리한다.

<표 3> 유해인자 별 인체영향 및 노출기준

유해인자명	인체에 대한 영향	노출기준		주의사항
		우리나라	미국(ACGIH TLV)	
다환방향족탄화수소 (벤젠에 가용성)	암	0.2	0.2	발암물질
아스팔트 흡	자극성, 폐질환	0.5	5	
벤젠	암	1	0.5	발암물질, 피부흡수
톨루엔	중추신경장해	50	50	피부흡수
크실렌	자극성	100	100	
스티렌	신경독성, 중추신경 장애, 자극성	20	20	피부흡수
나프탈렌	자극성, 눈장애	10	10	
카본블랙	폐질환	3.5	3.5	

- (6) 손과 피부를 씻을 수 있는 세척설비를 갖추어야 하며, 옷이나 피부에 부착되어 다른 장소로 비산 전파되는 것을 방지하기 위하여 탈의실도 설치한다. 도로



포장 등과 같이 작업장소가 이동성이 있는 경우라도 최소한 손을 씻을 수 있는 임시설비는 갖추어야 하며, 현장을 떠나서라도 작업 후에는 반드시 샤워하도록 교육을 시키는 것이 좋다.

- (7) 가능한 한 직사광선을 차단할 수 있는 간단한 지붕이나 천막등을 설치하여 작업 이외에는 가능한 한 그늘에 있다. 작업중에는 필요에 따라 적당한 살수등을 할 수 있도록 한다. 가능한 한 정오의 작업은 피하는 것이 좋다. 최고의 일조량은 오전 10시부터 오후 4시까지이다.
- (8) 작업관리자는 햇빛이 가장 강한 시간에는 노출을 줄일 수 있도록 작업계획을 세운다. 작업관리자는 작업일의 자외선 지수를 항상 체크하여 작업자가 보호구 등을 빠짐없이 사용할 수 있도록 한다. 고열 환경에 근로자가 새로이 배치되었을 경우 작업에 순응할 수 있도록 작업시간을 단계적으로 증가시키는 등 작업 적응을 위한 필요한 조치를 취한다.
- (9) 근로자가 온도 및 습도를 쉽게 알 수 있도록 온습계 등의 기기를 상시 작업장소에 비치하여 확인 할 수 있도록 한다.
- (10) 가급적 순환근무를 하여 고열 및 한랭 환경에 작업자가 오래 노출되지 않도록 한다. 젖은 옷은 갈아입도록 한다.
- (11) 휴식시간에 이용할 수 있는 간이휴게시설의 설치를 권장한다.

## 12.2 개인용 보호구의 지급 및 관리

### 12.2.1 호흡용 보호구

호흡용 보호구는 유기화합물용 방독마스크 지급을 원칙으로 한다. <표 4>

#### (1) 반면형 방독마스크 착용방법

- (가) 미리 머리끈을 넉넉하게 끼운 후 머리카락이나 목에 걸고 면체를 왼손으로 잡는다.

<표 4> 아스팔트 포장 시 공정의 종류와 노출경로 및 개인보호구

공정의 종류	노출경로 및 개인보호구
아스팔트 피치를 가열하는 작업	피부(장갑 및 방열복), 호흡기(유기용제용 보호구)
아스팔트를 포장하기 전에 피치를 도포하는 작업	피부(장갑 및 방열복), 호흡기(유기용제용 호흡보호구)
아스팔트를 포장하는 작업(로울러 운전)	호흡기(유기용제용 호흡보호구)
아스팔트 포장 후 다지는 작업	피부(안전화, 장갑 및 토시), 호흡기(유기용제용 호흡보호구)

(나) 면체를 턱부터 집어넣고 면체가 입과 코 위에 위치하도록 한다.

(다) 목 뒤로 끈을 걸고, 끈의 길이를 조절하여 면체가 얼굴에 완전히 밀착되도록 한다.

(라) 마스크를 착용할 때마다 흡입부를 손바닥으로 막은 다음 숨을 들이마시거나 숨을 내쉬어 밀착도 자가점검을 실시한다.

(2) 방독마스크의 밀착도 자가 점검방법

배기밸브가 있는 호흡용보호구에 대하여 실시한다. 이 방법은 배기밸브가 없는 호흡용보호구에 대해서는 시행하기 어렵다.

(가) 배기밸브를 손으로 막거나 마개를 부착하여 막는다.

(나) 착용자는 천천히 숨을 내쉰다.

(다) 안면부의 내부가 약간 양압이 되어 마스크 안면부와 안면과의 접촉면으로 공기가 새어나가는 느낌이 없다면 밀착도는 좋은 상태이다

(3) 호흡용보호구의 세척과 소독

KOSHA GUIDE
H - 172 - 2015

(가) 세척과 소독은 다음과 같은 간격으로 이루어져야 한다.

- ① 일상적으로 사용하는 개인 지급용 호흡용보호구는 매일 세척한다.
- ② 여러 사람이 사용하도록 지급된 호흡보호구는 다른 사람이 사용하기 전 세척 소독한다.
- ③ 밀착도 검사나 교육 훈련용으로 사용된 호흡보호구는 각 사용 후에 세척 소독한다.

(나) 세척 및 위생관리는 다음과 같은 과정을 걸쳐 실시한다.

- ① 모든 분리 가능한 부품(예를 들어, 필터, 정화통, 다이어프램, 밸브)을 제거하고 검사한다.
- ② 연성세제 혹은 제조업체에서 추천한 세척액이 섞인 따뜻한 물을 가지고 각 부품을 세척한다. 세척하는 물은 고무와 플라스틱 부품이 손상되는 것을 방지하기 위해 43.3℃를 넘지 않도록 하고 염소나 산소계 표백제 등 세제를 사용하지 않는다.
- ③ 깨끗하고 따뜻하며(43.3℃) 흐르는 물로 각 부품을 행군다.
- ④ 깨끗하고 보풀이 없는 천이나 건조한 공기 중에서 부품을 말린다.
- ⑤ 각 부품을 재조립한다.
- ⑥ 모든 부분이 잘 작동되는지 테스트해 본다.
- ⑦ 만약 일회용을 다시 사용하려면 연성세제가 섞인 물이나 알코올 와이퍼를 가지고 얼굴이 닿는 부분을 씻어준다. 일회용은 의도한 만큼 사용한 후에는 기본적으로 유지 관리 없이 폐기한다.

KOSHA GUIDE
H - 172 - 2015

⑧ 시간적인 여유가 없어서 세척을 하지 못하는 경우에는 자외선 소독기를 비치하고 그 안에 호흡보호구를 넣어 살균하도록 한다.

#### (4) 호흡용보호구의 점검

(가) 호흡용보호구의 사용자 및 관리자는 사용 전후에 호흡용보호구의 적절한 작동 여부를 확인하기 위하여 점검한다.

(나) 세척과 소독 후 각 호흡용보호구가 적정하게 작동되고 있는가, 부품의 교환과 수리를 필요로 하는가 또는 폐기해야 하는가를 결정하기 위하여 점검한다.

(다) 긴급한 때 또는 구출할 때의 용도로 보관되어 있는 모든 호흡용보호구의 부품 등은 최소한 월 1회 이상 점검하며, 점검항목은 접속부, 머리끈, 밸브, 연결관, 여과재, 정화통, 사용종료지시기, 재고 유효일자, 조절기 및 경보장치 등의 파손, 손상 및 훼손 여부 등이다.

#### (5) 부품교환과 수리

(가) 호흡용보호구의 조립, 고장 및 파손에 대하여 당해 교육을 받지 아니한 자에게 부품 교환과 수리를 맡기지 않는다.

(나) 교환된 부품은 당해 호흡용보호구 제조업자가 제공한 부품으로 한정한다.

(다) 수리할 감압밸브 압력조절기 및 경보기 등은 제조업자 또는 수리나 조정에 숙련된 기술자에게 의뢰한다.

#### (6) 호흡용보호구의 보관

(가) 호흡용보호구는 먼지, 태양광선, 과도한 고온·저온, 과도한 습도 그리고 손상을 줄 가능성이 있는 화학물질을 피해서 보관해야 한다.

(나) 모든 호흡용보호구는 작업환경과 격리되는 깨끗한 장소의 캐비닛에 보관한다.

- (다) 일상적으로 사용하지 않는 호흡용보호구 혹은 비상탈출용의 호흡용보호구는 응급상황이 벌어졌을 때 착용하는 근로자가 쉽게 접근할 수 있는 장소에 보관해야 한다.
- (라) 일상적으로 사용되는 호흡용보호구는 작업벤치, 도구함 혹은 폐쇄된 락카에 보관하지 않는다. 이럴 경우 오염, 형태의 뒤틀림, 손상될 우려가 있다.

### 12.2.2 고열 및 한랭 작업에 필요한 보호구

- (가) 더운날씨에서 작업을 하는 경우 작업복은 열을 잘 흡수하는 복장을 피하고 흡습성, 환기성이 좋은 작업복을 권장한다.
- (나) 노상의 직사광선 하에서는 환기성이 좋은 모자 등을 쓰게 한다. 넓은 챙을 가진 모자는 과다 노출되기 쉬운 눈, 귀, 얼굴과 목 부분을 잘 보호한다. (얼굴, 귀, 목을 얼마나 잘 가릴수 있는지의 피복율, 통풍, 쾌적도, 청력에 영향이 없는지 확인한다.)
- (다) 자외선 차단용 안경(선글라스)을 권장한다. 선글라스는 백내장과 기타 눈의 손상을 크게 감소시킨다. 가장 효과적인 모자도 눈에 들어오는 자외선 양의 50%만을 차단시킬 수 있다. 제품에 부착된 UV마커로 자외선 차단을 구별 확인 할 수 있다.
- (라) 기온에 의한 고열환경에서 작업복은 촘촘하게 짜여진 직물로 적당히 느슨한 크기가 권장된다. 가벼운 면소재가 권장된다.
- (마) 옷이 덮이지 않는 부분은 자외선차단제를 바른다. 자외선차단제는 의복과 같은 정도의 차단이 되는 것은 아니다. 야외작업의 경우는 자외선차단지수(SPF)가 높고 방수가 되는 것을 선택한다. 매 2시간 마다 다시 발라주는 것이 좋다.
- (라) 기온에 따른 한랭환경에서 작업하는 근로자의 경우 방한모, 방한화, 방한장갑, 및 방한복을 개인전용의 것으로 지급하도록 한다.

KOSHA GUIDE
H - 172 - 2015

### 13. 건강관리

#### (1) 건강진단을 할 때 고려사항

도로포장 작업을 하거나 작업 예정인 근로자에 대하여 특수건강진단을 실시하도록 한다. 건강진단시에는 피부, 호흡기계, 조혈기계, 요로계, 신경계, 심혈관계에 유의하여 진찰을 한다.

#### (2) 건강진단 실시방법

건강진단 실시에 관한 세부적인 사항은 “근로자 건강진단 실무지침: 제 2권 유해인자별 특수건강진단 방법, 유기화합물-79 콜타르, 허가대상물질-9 휘발성 콜타르 피치. 보건 분야 기술자료 연구원. 2010-107-955”를 참고한다.

#### (3) 수시건강진단의 실시

(가) 사업주는 근로자가 중추신경계, 피부, 호흡기에 이상 증상이나 증후를 보이는 경우 수시건강진단을 실시한다.

(나) 특수건강진단기관의 의사는 사업주에게 수시건강진단의 필요성 여부에 대하여 자문결과서를 작성하여 통보한다.

#### (4) 건강 관리 지도

(가) 수면시간, 영양 등 생활상의 건강 관리에 대한 지도를 실시하고 상담한다.

(나) 더운 환경에서 작업하는 근로자에게 수분 및 염분의 보급에 대한 필요한 사항을 지도한다. 추운 환경의 경우 따뜻한 음료를 마시게 한다.

(다) 휴게시설 등에 체온계를 비치하여 측정할 수 있도록 한다.

#### (5) 근로금지 및 제한

KOSHA GUIDE
H - 172 - 2015

(가) 작업에는 임신부나 18세 미만의 사람이 종사하지 않도록 한다.

(나) 비만자, 심혈관계 이상자, 피부감수성이 높거나 질환이 있는자, 발열성 질환을 가지고 있는자, 45세이상의 고령자는 고열관련 작업에 각별히 유의해서 종사하도록 하여야 한다.

(다) 고혈압 및 심혈관환자, 간 및 위장기능 장애자, 신장기능 이상자, 감기에 걸리거나 한랭환경에 알레르기가 있는자, 과거 한랭 병력자, 흡연 및 음주를 과다하게 하는 자는 한랭환경 관련 작업에 각별히 유의해서 종사하도록 하여야 한다.

## 14. 보건교육

근로자 및 해당 업무에 종사하게 될 근로자에 대해서는 다음 내용이 포함된 특별 안전보건 교육을 실시한다.

- (1) 당해 작업장에서 사용하는 아스팔트에 대한 물질안전보건자료에 관한 사항
- (2) 당해 작업장에서 제조 또는 사용되는 아스팔트의 물리·화학적 특성
- (3) 아스팔트치의 독성과 건강장해 예방대책
- (4) 직업병 예방을 위해 취해진 현재 조치 사항 및 유지, 관리 요령
- (5) 공정별 표준작업 요령
- (6) 국소배기장치 및 안전설비에 관한 사항
- (7) 보호구의 사용법 및 관리방법
- (8) 응급처치방법

KOSHA GUIDE
H - 172 - 2015

(9) 고열 한랭환경 예방 대책

(10) 기타 안전·보건 조치 등

## 15. 기록 보관

사업주는 아스팔트를 취급하는 업무에 상시 종사하는 근로자에 대해 매 분기마다 다음 내용이 포함된 아스팔트의 취급일지를 작성하여 법정기간 동안 보존한다.

(1) 근로자 성명

(2) 물질명 및 사용량

(3) 작업내용 및 업무의 종사기간

(4) 위급상황에 대한개요 및 응급조치 요령

## 16. 응급처치요령

(1) 아스팔트 흡 흡입 시 부작용이 발생하면 오염지역을 벗어나 신선한 공기가 있는 곳으로 이동시키고 호흡하지 않는 경우 인공호흡을 실시하도록 한다. 필요하다면 의사의 치료를 받도록 한다.

(2) 아스팔트 흡의 피부 접촉시 오염된 의복, 신발, 장신구 등은 즉시 제거한다. 화학물질이 완전히 제거될 때까지 다량의 물을 사용하여 비누 또는 중성세제로 씻어낸다. (최소 15-20분간) 오염된 의복과 신발은 재사용 전에 철저히 건조시키고 세탁해야 한다. 필요시 의사의 치료를 받도록 한다.

(3) 아스팔트 흡의 눈 접촉시 위 아래 눈꺼풀을 들어 올린 채 화학물질이 완전히 제거 될 때 까지 즉시 다량의 물 또는 식염수로 눈을 씻어내도록 하고(최소 15분동안), 의사의 치료를 받도록 한다.



KOSHA GUIDE
H - 172 - 2015

- (4) 아스팔트에 노출되어 섭취되었을 경우 의식불명의 경우에는 토하지 않도록 해야 하며, 만약 구토가 일어나는 경우 구토물이 기도를 막지 않도록 머리를 둔부 보다 낮추어야 하며, 의사의 치료를 받도록 한다.
- (5) 근로자가 열경련 열탈진 등의 증상이 있는 경우 지체없이 서늘한 곳에 이동시켜 체온을 떨어뜨리고 증상에 따라 수분 및 염분 등을 보충시킨다. 필요한 경우 즉시 의사의 진찰을 받는다.
- (6) 전신저체온증 및 동상 등 한랭환경에 따른 장애 증상이 나타나면 따뜻한 곳으로 이동시켜 체온을 올릴 수 있도록 조치하고 따뜻한 음료를 마시도록 한다. 필요시 의사의 진찰을 받는다.
- (6) 긴급 연락망을 미리 작성하여 고열 및 한랭환경 작업 근로자에게 주지시킨다.
- (7) 작업장과 인접한 병원이나 의원등의 위치와 연락처를 파악해 둔다.

<부록>

점검을 위한 체크리스트

이 체크리스트는 아스팔트를 취급하는 작업에서 보건관리자나 현장의 근로자가 일상적으로 확인해야 할 내용을 정리하였다. 현재의 작업장과 다른 사항이 있다면 맞게 고쳐서 사용하여야 한다.

체크리스트의 질문을 읽고 예와 아니오의 빈 칸 중 해당 칸에 표시(✓)한다. 본 체크리스트에 표시된 것과 다르게 표시된다면 어떻게 바로잡을 것인지 우측의 개선란에 계획을 적어 넣으면 도움이 될 것이다.

1. 물질안전보건자료를 잘 이용하고 있습니까?			
예	아니오	관리사항	개선/관리방향
		① 지금 사용하고 있는 원료의 물질안전보건자료가 비치되어 있습니까?	
		② 물질안전보건자료에서 제시한 안전조치들을 잘 알고 있습니까?	
		③ 원료는 물질안전보건자료에서 제시한 대로 폐기하고 있습니까?	
		④ 사용하는 원료의 종류와 사용 시 주의사항에 대하여 근로자 교육이 실시되었습니까?	
		⑤ 원료는 적절한 장소에 보관되고 있습니까?	

2. 작업환경 및 작업관리는 잘 되고 있습니까?			
예	아니 오	관리사항	개선/관리 방향
		① 다환방향족탄화수소(PAHs)에 대한 작업자 노출 농도를 측정 하였습니다습니까?	
		② 이러한 작업을 하는 경우 작업장 내에서 음식물을 섭취하는 경우가 있습니까?	
		③ 음식물을 섭취하기 전에는 손을 깨끗이 씻습니까?	
		④ 작업 종료 후 작업복을 벗고 샤워를 한 후 평상복으로 갈아 입고 퇴근합니까? ☞ 참고 1.	
		⑤ 작업복의 옷소매나 바지 끝은 콜타르 입자가 침투하지 못하도록 잘 동여매어 있습니까?	
		⑥ 작업 중에는 반드시 고효율 필터가 내장된 호흡보호구를 착용합니까?	
		⑦ 입자가 눈에 들어가지 않도록 보안경을 착용합니까?	
		⑧ 도로포장을 위해 아스팔트 피치를 가열할 경우 필요 이상의 온도로 작업을 하지는 않습니까? ☞ 참고 2.	
		⑨ 피부에 피치가 묻을 경우에는 즉각 비누로 씻어냅니다습니까?	
		⑩ 도로포장이나 건물 방수작업 등과 같이 옥외작업을 할 때 자외선을 차단할 수 있는 보호복을 착용합니까? ☞ 참고 3.	
		⑪ 고형상태의 콜타르를 취급할 경우 입자가 날리지 않도록 습식작업을 병행합니까?	
<p>☞ 참고 1. 피부나 옷에 침착하는 성질이 퇴근할 때는 반드시 작업복을 벗고서 평상복으로 퇴근을 해야 합니다. 그렇지 않으면 가족들이 오염될 수 있습니다.</p> <p>☞ 참고 2. 아스팔트의 경우 고형상태로 있을 때는 다환방향족탄화수소가 거의 발생되지 않습니다. 고온 상태일 때 휘발성 성분으로 발생되기 때문에 가능한 한 저온을 유지하는 게 좋습니다.</p> <p>☞ 참고 3. 빛에 대한 감각반응이 있는 것으로 연구되어 주로 얼굴, 상완 등의 노출부위가 문제가 되며 유해물질에 노출되면서 일광 혹은 자외선을 동시에 받게 되면 더 문제가 됩니다.</p>			