

# 석유화학 산업 시설의 유해 요인과 대응 방안



이 세 훈

〈가톨릭대학교 의과대학 예방의학교실〉

## 1. 머리말

석유 화학 산업은 우리 나라에서 산업 발전의 중요한 역할을 담당 하여온 분야중의 하나이다. 석유 화학 산업은 에너지의 공급뿐만 아니라 플라스틱과 인공 수지 및 건설 등에 있어서 필수적이기 때문이다.

그러나 근로자의 산업 재해의 입장에서 본다면 석유 화학 산업의 과정에 있어서 첫번째에 해당하는 정유 공장의 근로자들은 원유로부터 생산되는 다양한 화학 물질에 폭로될 위험이 있다. 물론 잘 알려진대로 채유와 운반 및 정유 과정은 폐쇄된 관을 통하여 이루어지기 때문에 근로자가 화학 물질에 폭로되는 일은 없으나 관의 손상에 의한 누출시 외에도 과

정에 따라서는 폭로의 위험성이 전혀 없는 것은 아니다.

본장에서는 석유 화학 산업 시설중에서 정유 공장을 중심으로 근로자에게 폭로될 가능성이 있는 화학 물질과 이로 인한 건강 장애 및 그의 대책에 관하여 약술하고자 한다.

## 2. 원유의 성상

원유는 어류, 동물 및 식물이 1천5백만~5억년 전에 진흙과 침적토에 파묻혀서 분해되고 변성된 서로 다른 수많은 종류의 탄화수소의 혼합물이다. 원유는 그 원천에 따라서 Straight와 Branched-chain의 파라핀, 시클로파라핀, 그리고 방향족과 다환방향족 및 naphtha 탄화수소물이 다양한 비율로 이루어져 있다. 탄화수소는 대개 그의 탄소수에 따라서 기체와 액체 및 고체일 경우가 있는데 원유중의 기체와 고체 성분은 액체 성분에 용해된 상태로 존재한다. 또한 원유속에는 원천에 따라 2~60g/kg의 유황을 함유하고 있는데 유화물·머캅탄·지오펜·유기유화물 등으로 존재한다. 질소 함유량은 대개 1g/kg 이하이나 최고 20g/kg까지 이른다. 그밖에 니켈·몰리브덴·수은·바나듐 등

이 미량으로 존재한다.

원유를 증류하여 얻어지는 원유 용제는 탄화수소물의 혼합체로서 비등점이 30~60°C인 탄소수가 5~9개이고, 윤활유는 비등점이 300~700°C인 오일·그리스·왁스이며, 역청은 상온에서 고점도의 액체 내지 부서지기 쉬운 고체인 아스팔트·수지·포화탄화수소 등이다.

## 3. 환경 오염의 근원

원유는 탱크나 파이프를 통하여 운송된다. 따라서 원유나 이의 제품으로 인한 오염의 발생 가능성은 극히 희박하다. 다만 탱크나 파이프의 손상이나 그로 부터의 누출시에 환경 오염이 있을 수 있고 드물게는 탱크의 세척시에도 유해 요인에 의한 폭로가 가능하다. 대개 원유 용제는 산업용이므로 일반인이 폭로될 염려는 거의 없으나 산업장에서는 환기 불량이나 관리 소홀시에 고농도에 폭로될 수도 있다. 특히 벤젠이나 노말렉산은 건강에 매우 해로울 수가 있다. 원유의 운송이나 저장시 자극제이며 화학적 질식제인 유화수소(H<sub>2</sub>S)의 폭로가 가능하고 특히, 원유 수송 선박이나 저장 탱크의 청소시에 폭로 위험성이 크며, 이

경우에는 산소 부족도 있을 수 있다.

#### 4. 정유 과정에서의 유해 요인

현대의 정유 시설과 그 과정이 매우 복잡하므로 정유 과정별로 유해 요인을 말하기란 쉽지 않다. 따라서 본 글에서는 개략적인 면에서 제품별로 간단하게 문헌에서 제시하고 있는 점들을 소개하고자 한다.

정유 과정 전반에 걸쳐서 가능성이 있는 문제점으로는 극히 드물지만 인화점이 낮은 물질에 의한 화재, 폐쇄된 공간에서의 연마(abrasive blasting) 혹은 용접 작업, 시설 보수 작업시에는 짧은 시간이지만 고농도의 석면 폭로의 위험이 있고, 정유 공장 각종 시설의 작동에 따른 온열 조건(고온)과 소음 등을 들 수 있다.

비등점이 가장 높은 제품인 윤활유, 왁스, 아스팔트 등에 피부가 접촉되면 접촉된 부위에 피부염을 유발할 수 있다. 아스팔트는 특히 광감작을 일으킬 가능성이

있다. Heavy Oil을 Catalytic Cracker에서 저분자 물질로 전화시켜 휘발유의 생산량을 늘리는 과정에서는 여러 가지의 상업용 촉매제가 사용된다. 여기서 사용되는 촉매제는 대개 해가 없는 것으로 알려져 있다. Catalytic Cracker 과정중에 폭로될 가능성이 있는 것으로는 탄화수소물, 일산화탄소, 소음 및 고온이 있다. Heavy Oil에는 피부 자극제이면서 발암성이 있는 다핵 방향족 탄화수소가 포함되어 있기도 하다.

중간 증류 과정에서는 유화수소로 전환된 유황 성분을 태움으로써 아황산가스가 나온다. 이 과정에서 금속 촉매제하에 고압 수소를 이용하는 경우에는 독성이 강한 Carbonyl화합물이 생성될 수도 있다. 옥탄가가 높은 휘발유를 증류하는 과정중에 폭로될 위험성이 있는 요인도 탄화수소물, 유화수소, 일산화탄소, 및 소음 등이다. 프로판과 부탄 등이 생산되는 비등점이 가장 낮은 증류 과정에서는 알킬화 과정에서 촉매제로 쓰이는 불화수소나 황산에 폭로될

위험이 있다.

#### 5. 건강 장애

##### 가. 원유

원유 취급 근로자에게서 피부의 노출 부위에 피부의 각질화와 암 발생에 관한 보고가 있다.

##### 나. 석유 제품 유기 용제

비등점이 230°C 이하인 원유 용제는 자극성이 있다. 이것들은 눈과 호흡기의 점막 및 피부를 자극한다.

유기 용제에 반복해서 접촉되면 지단백질로 이루어진 피부에서 지방질을 제거함으로써 피부의 각질층이 손상되어 다른 외부 환경에 대한 방어 능력이 떨어져서 쉽게 다치고 병균으로부터 감염될 가능성이 증가한다. 휘발유등이 들어있던 저장 탱크를 청소하는 등의 작업시에는 유기용제에 고농도로 폭로될 수 있다.

적절한 환기나 혹은 개인 보호구도 착용하지 않고 고농도의 유기용제에 폭로되면 두통·졸리움·술취한 기분·현기증·구역·구토 등으로 이어지는 마취전구증상이 발생된다. 매우 높은 농도에 폭로되거나 혹은 폭로 시간이 길어짐에 따라 의식 상실, 경련 및 사망에 까지 이룰 수 있으므로 이러한 작업시에는 반드시 충분한 사전 대책이 요구된다.

어느 정도 이상의 유기 용제에 장기간 동안 폭로되면 그 종류에 관계없이 기억력 저하·신경질·식욕 저하·수면 장애 등의 중추 신경 장애가 유발될 수도 있다.

고농도의 노말렉산에 직업적으로 장기간 동안 폭로되면 다발성 말초 신경병이 생길 수 있다. 유



기 용제중 말초 신경병을 유발하는 것은 비단 노말렉산뿐 아니라 메틸부틸케톤도 일으키며, 탄소수가 6개인 다른 용제도 노말렉산에 의한 말초 신경병을 강화시키는 작용이 있다. 그 증상으로는 손가락이나 발가락에 감각의 저하나 이상 감각이 먼저 발생되고 진행되며, 그 부위의 근력이 저하된다. 더 심한 경우에는 하퇴부 이상으로 진행되어 하지의 마비까지도 초래될 수 있다.

벤젠은 석유 유기용제중에서 유일하게 빈혈과 백혈병을 유발하는 물질이다. 직업적으로 장기간 동안 고농도의 벤젠에 폭로되어 발생될 수 있는 빈혈은 조혈장기인 골수의 기능 저하로 인한 것이다. 골수의 기능 저하로 인하여 적혈구, 백혈구 및 혈소판의 수가 감소하며 심한 경우에는 골수가 지방으로 변성되어 재생 불량성 빈혈에 까지 이를 수 있다. 벤젠에 의한 악성 변화인 백혈병은 벤젠 폭로 근로자에게서 일반인에 비하여 높았었다는 역학적인 연구 결과이다. 이상과 같이 벤젠은 높은 독성이 있기 때문에 산업안전보건 시행규칙에서는 이의 생산과 사용을 엄격하게 규제하고 있다.

#### 다. 윤활유, 그리스 및 왁스

이 물질들에 피부가 접촉되면 자극·여드름·피부의 각질화·광감작을 유발할 수 있다.

이러한 장애의 발생은 물질의 종류·피부의 상태·접촉되는 빈도·시간·개인의 감수성에 따라 다르다. 일반적으로 비등점이 낮은 물질은 피부의 지방 성분을 제거시키고, 비등점이 높은 물질은 여드름을 발생시킨다. 대개의 경우

이러한 장애는 오일 자체보다는 오일에 첨가된 물질이나 오염 물질 때문에 발생된다고 한다.

석유 제품중에서 유기 용제가 아닌 윤활유(광유)와의 장기간에 걸친 폭로는 음낭암 발생과 관련이 있는 것으로 보고되었다. 드물기는 하지만 음낭암 이외에도 오일에 상당량의 다핵방향족 화합물(polynucle aromatic compounds)이 들어 있는 경우에는 손과 팔, 폐 및 기관지의 암발생과 관련이 있다.

역학적인 연구결과에 의하면 오일 미스트(mist)에의 폭로는 폐암과도 관련이 있다.

#### 라. 역청(bitumen)

지금까지의 역학적인 연구에 의하면 정유 공장, 도로 건설, 루핑 및 역청의 운반에 종사하는 근로자에서 역청으로 인한 건강 장애가 있다는 근거가 없다. 역청 자체나 그로부터 뿜어나오는 증기가 피부와 호흡기의 암발생을 증가시키는 것은 그 중에 포함되어 있는 다핵방향족 화합물과 관련이 있는 것으로 고려되지만 아직까지는 이를 입증할 만한 자료가 없다.

#### 마. 기타

이상은 원유로부터의 제품에 의한 것들이다.

정유 과정중에 폭로될 만한 위험이 있는 그밖의 요인으로 인한 장애로는 물리적인 인자로서 강렬한 소음에 의한 청력장애, 고온에 의한 열증등을 생각할 수 있다.

화학적인 인자로서는 자극제인 이황산가스 및 질소산화물에 의한 호흡기 장애, 질식성 가스로서 무색·무미·무색인 일산화탄소의 독성은 일반인에게도 잘 알려진 독

성이 강한 물질이다. 유화수소는 저농도에서는 달걀 썩는 특유의 냄새가 나는 눈과 호흡기에 대한 자극성 가스이지만 농도가 높아져 150ppm 이상이 되면 취각이 마비되어 냄새를 못맡게 되고 농도가 높아짐에 따라 두통·현기증·운동 실조·호흡마비 등과 같이 위험한 지경에 까지 이를 수 있다.

## 6. 대책

서두에서 언급한 바와 같이 정유 공장에서의 모든 공정은 폐쇄된 파이프를 통하여 이루어지므로 원유 제품 소비자인 다른 제조공업 예를 들면, 고무 공장, 페인트 공장 혹은 가구 공장의 근로자들에 비하여 정유 공장의 근로자들이 여러 가지의 유해 요인에 폭로될 위험은 훨씬 적다. 어쨌든 근로자들에게 원유 제품 생산 과정에서 발생될 수 있는 여러 가지 유해 요인에 폭로될 가능성을 제거시키도록 최대한의 노력하는 것이 일차적인 예방 대책이다.

가능한 한 독성이 높은 물질에 폭로되는 일이 없도록 하여야 하며, 보다 독성이 적은 물질로 대체할 수 있다면 그것도 바람직한 방법이다. 생산 공정상 근로자가 폭로되는 것이 불가피하다면 적절한 개인 보호구를 착용하여야 한다. 고용주, 근로자에 대한 보건 교육을 실시하여 근로자의 개인 위생이 향상되도록 도모함이 필요하다. 유해 요인 폭로 근로자들을 대상으로 채용시 및 정기 건강 진단을 실시하여 적절하게 배치하고 유해 요인에 의한 건강 장애를 조기에 발견하도록 힘써야 한다. (㉞)