



산업의 발전과 함께 작업환경의 개선과 근로자 건강관리의 의지가 돋보이는 우리 산업현장에서 현실적으로 충분한 연구와 검토를 바탕으로 한 보건관리가 이루어 지기를 바라며서 일본산업위생학회 교육자료위원회에서 집필한 바 있는 작업공정별 보건관리 매뉴얼을 참고자료로서 소개하고자 한다.

- 편 집 실 -

탱크내의 작업

1. 작업실태

가. 정의

여기에서 탱크라 함은 통풍이 잘 안되는 작업장을 총칭해서 일컬었으며 그 안에서의 작업을 탱크내 작업이라고 하였다. 또 이를 실내작업의 일부로 보고 있다. 이들 작업장으로는 다음과 같은 장소를 들 수 있다.

- 1) 지하실의 내부와 그의 통풍이 충분치 않은 실내작업장
- 2) 선창의 내부와 그의 통풍이 충분치 않은 선박내부
- 3) 보온, 냉동화물차의 내부와 그의 통풍이 충분치 않은 차량내부
- 4) 실내작업장중 다음의 장소 :
 - ① 탱크내부
 - ㉠ 저장탱크 : 원료탱크, 중간물탱크 및

제품탱크 등

- ㉡ 처리탱크류 : 침전탱크, 회수탱크, 계량탱크 및 여과탱크 등
- ㉢ 탭류 : 합성탑, 정제탑, 반응탑, 재생탑, 증류탑, 분리탑, 세정탑 등
- ㉣ 기타 : 각종 가스저장, 압력용기, 사일로(silo) 및 각종 레시바 등
 - ② 피트내부
 - ③ 갱의 내부
 - ④ 상수도, 하수도의 내부
 - ⑤ 배수로 또는 맨홀의 내부
 - ⑥ 주위가 철판이나 콘크리트등으로 싸여져 있는 횡목을 일컫는 것으로 교량, 천정크레인에 이용되는 것이 포함된다.
 - ⑦ 닥트의 내부
 - ⑧ 파이프의 내부(입구직경이 큰 파이프 등)
 - ⑨ 기타
 - ㉠ 천정, 바닥 및 주위벽의 총면적에 대

하여 직접 외기로 향하여 개방되어 있는 창 등의 개구부 면적비율이 (개구율) 3%이하인 실내작업장

㊤ 선박, 차량 및 탱크 건조중인 것으로서 주요구조부분이 거의 건조된 것, 선박이나 차량 또는 탱크로서의 그 형태가 갖추어져 있고 또한 통풍이 불충분한 개구율이 3% 이하인 실내작업장

나. 작업의 종류

상기한 정의에서 나타난 바와 같이 탱크자체에도 상당히 많은 종류가 있으며, 탱크안에서 이루어지는 작업도 다양각색이다.

여기에서는 일반적으로 석유등 유기용제가 들어있는 탱크안에서 작업하는 것을 중심으로 설명하고자 한다.

탱크내에서 작업을 할 경우는 탱크의 내용물을 빼내고 탱크안이 충분히 안전한 상태로 되어서 착공토록 해야 한다. 이런 작업은 다음과 같이 탱크를 제작할 때의 작업과 같은 양상의 작업이 많다.

- 1) 탱크보존용 재료의 반입, 이동
- 2) 기계, 화염에 의한 재료의 절단
- 3) 구리스나 녹제거작업, 연마, 깎기, 연삭 등
- 4) 용접작업
- 5) 내부구조물의 조립, 조정, 시운전
- 6) 녹방지작업
- 7) 내장도색, 내부의 내화성, 보온재의 조립 부착 마무리
- 8) 내면 마무리작업
- 9) 내부검사
- 10) 완성전의 청소등

탱크내용물에 따라서는 내벽이나 탱크바닥에 Sludge(퇴적폐기물) 등이 부착되어 있는 것도 있으므로 이런 것은 일반적으로 탱크를 개방시킨 후 사람이 들어가서 작업을 하기 전에 가능한 경우등으로 순환운전을 하여 경우에 용출시켜서 슬러지의 양을 최소로 한후 맨홀을 개방시

킨 다음에 탱크안에 들어가서 슬러지 배출작업을 하게 된다.

2. 작업의 부하인자

가. 작업부하인자에는 3가지가 있다.

사람이 작업할 때의 부하인자는 다음의 3가지로 대별된다.

- 1) 근력부하
- 2) 작업공간
- 3) 작업환경

탱크내 작업에 있어서 이러한 3가지 작업부하인자에 대해 살펴보자.

나. 근력부하

작업종류에서 살펴본 바와 같이 탱크내의 작업은 모든 옥외작업의 경우와 거의 같은 양상의 근력부하를 갖는다.

다. 작업공간

탱크내의 작업공간은 사람이 겨우 혼자서 움직일 수 있는 통로밖에 없는 것에서부터 직경80m까지 되는 거대한 석유탱크까지 있다.

저장용으로 쓰이는 탱크내부구조는 비교적 간단한 것이 많으나, 중유탱크의 경우 탱크 밑바닥에 중유가 응고되는 것을 방지하기 위한 스팀코일이 설치되어 있기 때문에 탱크바닥이 고르지 못한 것이 있다.

이러한 탱크내부의 공사는 작업에 필요한 공간을 확보하고는 있지만 불가피하게 좁은 공간으로 제약받는 경우도 있다.

라. 작업환경

탱크안은 통풍이 불충분하기 때문에 작업환경이 나빠지기 쉽다.

1) 화학적 유해요인

보통 탱크내 작업에 종사하는 사람은 탱크내용물에 관한 일반적인 지식을 가지고 있다. 따

라서 작업전에 탱크내용물이 무엇이고, 그 성질은 어떠한가, 취급할 때는 어떻게 주의해야 하는가 하는 구체적인 주의사항에 대해 충분히 알고 난 후에 작업방법이나 순서를 정할 수가 있다.

가) 산소결핍

탱크내 작업에서 가장 중요한 가스가 산소이다. 호흡하는 공기중의 산소농도가 18%이하로 되면 산소결핍증이 되므로 산소농도에 대해서는 충분한 주의를 요한다.

반면에 일반적인 탱크내 작업에서는 관계가 없으나 인공공기등의 사용으로 산소가 23.5% 이상으로 되면 가연물이 착화되기 쉬워져 위험하게 된다.

나) 황화수소, 황화물

탱크를 개방했을 때에 탱크바닥에 있는 슬러지등으로부터 황화수소가 발생되어 나오는 수가 있다. 철의 녹사이에 가연물인 황화물이 혼합되어 있게 되면 황화물이 공기중의 산소에서 산화하여 발열되면서 아황산가스를 발생시키기도 하며 가연물을 증발시키기도 하여 발화시키는 수도 있다.

다) 유기용제

탱크바닥의 슬러지에 용해되어 있는 유기용제가 혼합하거나 자연온도상승에 의해서 증기로 되는 수도 있다. 탱크내에서 도장작업을 하게되면 새로운 유기용제증기가 발생케 된다.

라) 탄산가스, 불활성 기체

소화(消火)용 탄산가스 누출, 야채나 효모등으로부터 탄산가스가 발생하면 탄소결핍상태가 되기 쉬우므로 주의를 요한다.

그리고 가스치환용으로 사용된 불활성 기체나 질소가스는 공기로 충분하게 치환시켜야 하며, 탱크내에 에어포켓이 될만한 곳에 국부적으로 잔유되어 있는 불활성 기체등에 주의해야 한다.

마) 분진, 흙

탱크내부의 보온재나 내화재의 수리작업, 내벽의 녹제거 등에서는 분진이 발생된다. 특히 녹제거를 위해 샌드블러스트등을 사용할 때는 다량의 분진이 발생되고, 용접작업에서는 흙 발생

과 함께 용접시의 분진, 오존, 탄산가스, 이산화질소, 불화수소등도 발생된다.

2) 물리적 유해요인

물리적 유해요인에는 자외선, 전리방사선, 소음, 진동, 온도, 습도등이 있다.

일반적인 탱크내 작업에서는 용접, 아크에서는 자외선이 발생되며, 검사기구에서는 X선, 방사선동위원소로부터 방사선이 발생하는 수가 있으며, 연마, 깎기 등의 작업이나 구동용 에어모터나 에어관등으로부터 소음과 진동이 발생된다. 여름철의 옥외탱크내에서는 온도가 높아지므로 주의해야 한다.

3. 관련되는 건강장해

가. 화학적 유해요인에 의한 건강장해

탱크내 작업관계자는 탱크내용물에 대하여 개방전에 잘 알고있기 때문에 그 유해성에 대해서도 충분히 조사할 수가 있다. 그러므로 탱크를 개방했을 때 탱크내가 어떠한 상태로 되어 있는가 하는 점을 예측하여 충분한 준비를 한 후 탱크내 작업에 들어갈 수가 있다.

1) 화학물질

화학물질은 성분에 따라서 각각 독특한 건강장해가 있기 때문에 작업전에 충분한 정보를 얻는 일이 중요하다.

2) 산소

산소농도가 저하되면 다음 표1 과 같이 산소결핍증상이 나타나게 된다.

표 1. 산소결핍과 산소농도저하가 인체에 미치는 영향

산소%	산 소 결 핍 증 상
16~12	맥박수 증가, 호흡수 증가, 정신을 집중하는데 노력이 필요해진다. 세밀한 근육작업이 잘되지 않는다. 두통, 구토, 이명 등
14~9	판단력 둔화, 불안정한 정신상태, 감각의 둔화, 체온상승, 전신의 무력, 정신이 몽롱하다.

산소%	산 소 결 껍 증 상
10~6	의식불명, 중추신경장애, 경련, 청색증, 혼수, 호흡수저하, 호흡정지, 사망
6 이하	호흡정지, 수분후 심장정지, 사망

3) 황화수소

황화수소는 급성중독이 강한 자극성인 가스이다. 눈이나 호흡기계에 자극이 강하고, 그 농도와 건강장해와의 관계는 표 2와 같으며 고농도일 때는 사망에 이른다.

표 2. 황화수소 농도와 인체에 미치는 영향

황화수소 ppm	중 독 증 상
0.3	냄새를 알 수 있다.
5~10	냄새가 강하게 느껴져 위험을 예지할 수 있다. 150~200ppm이 한도이다. 200ppm 이상이 되면 냄새를 감지할 수 없게 된다.
20	전신작용은 없으나 6시간 폭로되면 눈에 염증이 생긴다.
70~150	수시간 후 경도의 중독증상
200~이상	점막에 작열성 동통
170~300	1시간 폭로에서는 중증 증상없음
400~700	30~1시간 흡입으로 급성사
700~800	30분정도에서 생명위험
1,000~1,500	실신, 경련, 호흡정지로 사망

4) 유기용제

유기용제에 단기간 폭로됨에 따른 급성자각증상으로는 피부, 눈, 코, 목, 기관등의 점막자극증상이 있다. 농도가 높아지면서 두통, 피로감, 눈이나 목등의 자극감, 불면이 되어 협조운동실조가 일어난다.

계속적으로 폭로됨에 따라 일어나는 만성자각증상은 유기용제의 종류에 따라 다르며, 유기용제는 지용성이기 때문에 정도의 차이는 있기는 하나 두통, 현기증, 시력저하 등의 중추신경장애가 일어난다.

그리고 현기증, 발한, 냉기, 오심, 心窩部痛,

식욕부진 등의 자각증상이 나타나는 자율신경계 장애를 가져온다. 이외에도 불안, 숨가쁨, 불면, 무기력 등의 정신신경증상이 나타난다.

5) 탄산가스와 불활성 기체

이것들은 공기중에서 치환된 것만큼 산소농도를 저하시켜 산소결핍상태가 되기 쉽다. 불활성 기체에 함유되어 있는 일산화탄소에 의해서도 중독이 일어날 가능성이 있다.

6) 분진, 흙

분진에 의한 자각증상으로는 경련, 간질성발작, 피부염 등의 증상이 나타나며 장기간 계속되는 폭로에 의해서 진폐가 될 우려가 있다.

용접흡에서는 금속염이나 금속폐로 되어 성분에 따라서는 폐암이 되는 일도 있다. 동시에 발생하는 오존, 이산화질소에 의해 호흡기계의 자극이나 장애도 병발되는 수도 있다.

나. 물리적 유해요인에 의한 건강장해

자외선에 의해 눈의 점막이나 망막이 장해를 받아 각막표피염을 일으킨다. 전리방사선은 피부궤양이나 백내장을 일으키고 강열한 소음은 청력장해를 일으킨다. 진동기계를 손으로 조작하면 말초순환장애가 일어나기 쉽다. 또한 고온에 의해서 체온조절기능이 저해된다.

4. 직업병 예방대책

가. 환경관리

탱크내 작업중에 발생하는 유기용제의 증기나 각종 가스, 분진이나 흙을 연속해서 탱크밖으로 배출시키거나 용접아크의 자외선 차광막을 쳐서 작업환경을 양호하게 보존하는 일이 환경관리의 주요한 목적이다.

1) 통풍의 확보, 환기효율의 향상

자연통풍을 최대한으로 이용할 것을 염두에 둔다. 이를테면 열상승기류가 있을 때는 천정배기가 좋은 방법이다. 무거운 흙 등은 발생원에서 바로 흡입시키면 배출효과도 좋게 된다.

2) 안전 확보

- ① 내용물의 배출, 제거
- ② 외부와의 연결된 것을 차단(밸브 폐지, 전기차단, 맹판부착)
- ③ 탱크내의 가스측정
- ④ 비상시용 조치(구급, 방화, 소화)

나. 작업 관리

1) 작업지휘자의 선임

탱크내 내용물, 취급물 등에 의한 인체의 건강장해 예방에 대하여 필요한 지식을 지닌 자중에 지휘자를 선임한다.

2) 탱크내 안전 확인

탱크내 작업을 하기 전에 다음의 사항을 확인한다.

- ① 작업방법, 작업순서의 확립과 작업자에게 철저히 주지시켰는가.
- ② 작업인원의 확인, 작업자 개개인의 건강상태 파악
- ③ 밸브, 코크류의 완전한 밀폐등에 의한 닥트외의 유해요인 차단, 격리확인, 표지판의 확인
- ④ 작업구역의 표시, 탱크내 작업표시판의 부착, 방사선위험에 대한 관리구역의 표시, 전기스위치 투입금지표지판, 작업관계자의 출입금지, 통행금지표지판, 사다리등 설치 확인
- ⑤ 구급체제, 소화체제의 확인
- ⑥ 보호구의 확인
- ⑦ 탱크내 작업환경을 위해 다음의 가스등의 측정결과를 초기에 파악해 두는 것이 바람직

하다.

- ㉠ 산소 : 18 % 이상
- ㉡ 황화수소 : 10 ppm 이하
- ㉢ 폭발성 가스농도 : 폭발하한농도 10% 이하
- ㉣ 유해가스 : 허용농도 이하
- ㉤ 전리방사선 : 허용치 이하
- ⑧ 동일한 탱크내의 서로 다른 작업자간의 안전, 위생에 관한 연락, 작업시간의 조정
- ⑨ 안전보전에 관한 순시 점검
- ⑩ 상황변화에 따르는 적절한 대응
- ⑪ 작업후 목욕이나 세면시 적절한 세제를 사용하고 있는가. 가솔린등의 사용금지가 철저한가.

다. 건강 관리

건강관리는 작업환경의 측정과 건강진단에 의해 실시한다.

유해한 업무를 다루는 실내작업장에서는 정기적으로 작업환경을 측정하고 건강진단을 해서 작업자의 건강을 유지한다.

질병에 걸린 사람을 발견하여 치료하는 일도 중요하지만 중독예방, 장해방지를 목적으로 해서 작업환경을 쾌적하게 유지관리하도록 해야 한다.

구체적으로 작업환경에 있어서 온도, 습도, 조명, 음향, 기타조건이 건강장해방지상의 최저기준에 그치지 말고 보다 쾌적한 상태를 지켜가는 일이 건강관리의 기본인 것이다.

