

냉각수라인 플렉시블호스 교체작업 중 CO 누출 사고(KOSHA-MIA-202105)

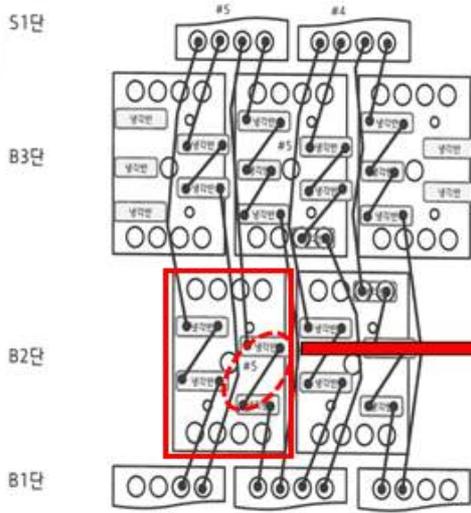
본 OPL은 국내에서 발생한 화학사고에 대하여 안전보건공단에서 동종사고의 재발방지를 위하여 관련 사업장에 무료로 배포하고 있으며, 금번 발생한 사고사례는 동종재해 예방을 위하여 적시에 배부하오니 근로자에게 충분히 교육하여 동종사고가 발생하지 않도록 만전을 기하여 주시기 바랍니다.

냉각수라인 플렉시블호스 교체작업 중 누출 사고

< 재해개요 >

2020년 3월 ○○○사업장의 고로 B2단 5번구역에 설치된 냉각판(Cooling Plate)으로 공급되는 냉각수 배관라인을 보수작업 후, 휴식 중*이던 협력업체 소속 작업자 2명(A, B)이 어지럼증을 호소하여 병원으로 후송 및 치료받은 사고임

* A는 배관 보수작업 직후 건물외부에 위치한 휴식공간(야외)에서 휴식 중 어지럼증을 호소하였으며, B는 작업중지 후 사무실에서 휴식 중 어지럼증을 호소함



[고로 B2단 5번 구역]



[이지조인트(EZ-Joint) 설치 사진]



[가스농도 측정(사고당일(좌, 500ppm초과), 사고조사시(우, 1,670ppm)]

냉각수라인 플렉시블호스 교체작업 중 CO 누출 사고(KOSHA-MIA-202105)

1 사고발생 공정 및 물질

○ (사고발생공정)

- 고로 B2단 5구역의 5-1냉각판과 5-3냉각판 연결배관의 이지조인트 (EZ-Joint)부에서 냉각수 누출이 발생하여 해당부위를 분리하고 Flexible Hose로 교체하는 작업을 수행.

* 이지조인트(EZ-Joint) : 원터치 삽입식 배관 연결구로써 조립 및 해체에 따르는 전문 배관공과 공구가 필요없고, 확관과 같은 배관의 변형없이 시공이 가능하기 때문에 간편한 시공으로 공기를 단축하고 시공비를 절감할 수 있는 구조임.

○ (사고발생물질) : 고로가스(BFG)

물질명 (CAS No.)	폭발범위 (하/상한)	TWA (ppm)	STEL (ppm)	비중 (공기=1)	색상	함유량(%)
수소 (1333-74-0)	4/75	-	-	-	무색	2.1~4.5
일산화탄소 (630-08-0)	12.5/74.2	30	200	0.97	무색	23.4~25.8
이산화탄소 (124-38-9)	-	5,000	30,000	1.977	무색	21.4~23.0
질소 (7727-37-9)	-	-	-	0.808	무색	46.9~49.3
산소 (7782-44-7)	-	-	-	1.1407	무색	0.0~1.4

2 사고발생원인

○ 고로 철판 크랙 보수 지연

- 크랙이 B2단에 다수로 발생하고 있어, 냉각판을 다시 스테이브로 교체하기 위한 계획을 수립하였으나 지연됨(가스 배출 최소화 작업으로 인한 지연)에 따라 정상적인 주기내에 냉각판 보수가 이루어지지 않아 다수의 크랙이 발생하였음.

※ 사고발생 전일에 긴급으로 크랙을 보수하였으나, 안전작업허가서 및 사고조사 과정에서 측정된 CO농도가 200ppm을 초과함

냉각수라인 플렉시블호스 교체작업 중 CO 누출 사고(KOSHA-MIA-202105)

○ 작업표준 사항 미준수

- 해당 작업표준에 의하면 안전작업을 위해 고로 가스 유출에 따른 당사 기준은 200ppm이상일 경우 산소마스크 착용 후 작업가능 하도록 명시 되어있으나, 냉각판 연결배관 교체 작업 시 500ppm이상 CO가 측정 되었음에도 불구하고 산소마스크(공기호흡기)를 착용하지 않고 작업을 실시하였음.
- 해당 작업장소는 밀폐공간(14, 18에 해당)에 해당되므로, 작업 시 착용하여야 할 보호구를 확인 및 착용하여 안전한 상태에서 작업하도록 하여야 하나 준수하지 않음

※ 밀폐공간 정의(안전보건기준 제618조제1호 관련 별표 제18)

14. 산소농도가 18퍼센트 미만 또는 23.5퍼센트 이상, 탄산가스농도가 1.5퍼센트 이상, 일산화탄소농도가 30피피엠 이상 또는 황화수소농도가 10피피엠 이상인 장소의 내부
18. 근로자가 상주(常住)하지 않는 공간으로서 출입이 제한되어 있는 장소의 내부

○ 안전작업을 위한 관리감독 미흡(작업중지 미실시)

- 안전작업허가서 승인 후 사고발생 장소에서 작업 시 작업표준에 따른 산소마스크를 착용하지 않고 작업을 수행하였으나, 작업중지와 같은 조치가 이루어지지 않음.

○ 위험성평가 실시 미흡

- 해당 작업에 대한 위험성평가를 보면, 위험요인으로 “노체 유독가스 누출에 의한 질식”을 도출하여 위험성이 존재 한다는 것을 인지하고 있으나, 현재 안전조치 사항으로 “가스농도 측정기 착용”만 제시하고, 공기호흡기 또는 송기마스크의 착용은 제시하지 않음.

○ 밀폐공간 작업 프로그램 운영관리 미흡

- 사업장 밀폐공간 보유현황에 따르면, 2고로 본체내부는 밀폐공간으로 관리하고 있으나, 사고발생 장소는 점검 및 보수 시 CO가 체류 할 수 있는 장소의 내부임에도 불구하고 밀폐공간으로 관리하지 않음.

냉각수라인 플렉시블호스 교체작업 중 CO 누출 사고(KOSHA-MIA-202105)

3 동종사고 예방대책

○ 고로 철판 크랙관리 철저

- 고로의 원래 설계대로 스테이브로 교체할 필요가 있으며, 주기적인 두께 측정 등 관리를 통해 철판의 크랙 등 손상여부를 관리하고 CO누출여부를 확인하여야 함.

○ 위험성평가를 통한 작업표준 재검토

- TWA, STEL, IDLH 등 기준을 검토하여 작업가능, 공기호흡기 착용, 휴공을 포함한 추가조치 실시 등 단계별로 준수하여야 할 내용에 대한 작업표준을 재검토하고,
- 이에 따라 보유하고 있는 가스측정기는 CO측정범위의 한계를 500ppm 이상인 것으로 교체하여야 함(1,670ppm도 측정 가능한 수준 이상)

※ CO의 8시간 가중평균노출기준(TWA)는 30ppm이며, 단시간노출기준(STEL)은 200ppm임.

※ 미국립산업안전보건연구소(AICOH)의 자료를 보면, 즉각적으로 생명 및 건강에 영향을 줄 수 있는 CO농도(IDLH)를 1,200ppm으로 제시하고 있음.

※ IDLH : Immediately Dangerous To Life and Health

○ 안전작업을 위한 관리감독 철저

- 안전작업허가 절차에서 따라 가스농도 측정기록 및 담당부서를 누락 없이 기록하여야 하며, 기록된 결과값에 따라 공기호흡기 착용여부 등을 철저히 감독하고, 미 이행시 작업을 중지하는 등 조치하여야 함.

○ 위험성평가 실시 철저

- 위험성평가 시 CO 누출로 인한 질식 위험에 대해 현재의 안전조치를 철저히 검토하고 위험성 감소대책을 추가적으로 강구는 등 유사사고사례가 발생하지 않도록 위험성평가를 철저히 실시하여야 함.

○ 밀폐공간 작업 프로그램 운영관리 철저

- 사내 밀폐공간 작업 프로그램 운영 관리 기준에 따라 작성된 밀폐공간 보유현황에 고로 사고발생장소를 추가하고, 밀폐공간 내 중독 등을 일으킬 수 있는 유해·위험 요인의 파악 및 관리 방안 등에 대해 철저히 검토하고 이행하여야 함.